

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Приладобудівний факультет**

**Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій**

«На правах рукопису»  
УДК 303.714

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.С. ЄРЕМЕНКО

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**

**за освітньо-професійною програмою**

**зі спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна  
техніка»**

**на тему: «Метрологічне забезпечення кваліметричних вимірювань на  
основі експертного оцінювання»**

Виконав:

студент II курсу, групи ПВ-91мп

Шмідт Богдан Сергійович \_\_\_\_\_

Науковий керівник:

Кандидат технічних наук,

доцент кафедри інформаційно-вимірювальних технологій

Шведова Вікторія Вікторівна \_\_\_\_\_

Консультант з розділу 4. Розробка стартап-проекту:

Доктор економічних наук, доцент,

Бояринова Катерина Олександрівна \_\_\_\_\_

Рецензент:

Кандидат технічних наук,

доцент кафедри приладів та систем неруйнівного контролю

Галаган Роман Михайлович \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2020 року

## РЕФЕРАТ

Загальний обсяг магістерської дисертації складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаної літератури з 13 найменувань. Загальний обсяг роботи складає 115 сторінок. Робота містить 72 таблиці та 2 рисунки.

При оцінюванні якості продукції і послуг особливо важливою є роль експертних методів оцінювання. Вони не вимагають дорогого обладнання, приладів, реактивів і не трудомісткі за часом. Однак ці методи мають недолік – певну суб'єктивність остаточного результату. В ряді випадків, коли неможливо застосувати інструментальні методи вимірювання застосовують методи кваліметричних вимірювань на основі експертного оцінювання, що дає прийнятні результати, а за умови дотримання певних умов їх застосування дають достатньо достовірні результати.

Актуальність теми пов'язана з тим, що проблема забезпечення єдності експертних оцінювань (які в частині літературних джерел називають вимірюваннями) остаточно не вирішена. Її вирішення здійснюється паралельно в різних галузях застосування кваліметричних вимірювань на основі експертного оцінювання. В даній роботі розглянуто можливості підвищення об'єктивності експертного оцінювання при його застосуванні для вирішенні задач педагогічних вимірювань. Для цього розробляється підхід, що забезпечує конкретні числові оцінки досліджуваних характеристик, які підтверджуються показниками достовірності то точності.

*Об'єктом дослідження* є інформаційно-вимірвальне забезпечення для віднесення об'єкта (освітньої програми) до класу еквівалентності.

*Предмет дослідження* – освітні програми (мультипараметричний об'єкт з встановленим переліком критеріїв для оцінювання).

*Метою дослідження є:*

- дослідити теоретичні основи експертних вимірювань;
- проаналізувати особливості кваліметричних вимірювань;

- проаналізувати методи кваліметричного вимірювання на основі експертного оцінювання;
- розробити інформаційно-вимірювальне забезпечення для віднесення об'єкта (освітньої програми) до класу еквівалентності;
- розробити стартап-проект за темою роботи.

*Апробація результатів.* Основні результати роботи підготовлені та опубліковані в збірнику матеріалів конференції: Шмідт Б.С., Басенко Д.В., Шведова В.В. Аналіз методів кваліметричних вимірювань на основі експертного оцінювання і їх застосування для вирішення конкретної задачі педагогічного вимірювання // Збірник матеріалів XVI Науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність та автоматизація інженерних рішень у приладобудуванні», м.Київ, 8-9 грудня 2020.

*Ключові слова:* кваліметричні вимірювання, експертне оцінювання, узгодженість результатів, комплексна метрика, освітні програми.

## **ABSTRACT**

The total volume of the master's dissertation consists of an introduction, 4 chapters, conclusions, a list of references from 13 titles. The total amount of work is 115 pages. The work contains 72 tables and 2 figures.

The role of expert methods is especially important in assessing the quality of products and services. They do not require expensive equipment, devices, reagents and are not time consuming. Scientifically organized expert method of measuring sensitivity sometimes exceeds many methods of laboratory research.

The relevance of the topic is because the results of expert measurements are to some extent subjective and depend on the qualifications of experts, the order and conditions of examinations, the choice of algorithms for processing qualimetric information. In this regard, there is an urgent problem of ensuring the unity of expert measurements.

Expert measurements raise the question of how effectively they are carried out. One of the possible ways to increase the effectiveness of expert methods is to determine the quality of decisions made based on the results of examinations.

An important task is to find and choose an effective method of expert evaluation and check all expert evaluations for consistency, which allows achieving the unity of expert measurements.

The object of research is information and measurement support for assigning the object (educational program) to the class of equivalence.

The subject of research - educational programs.

The purpose of the study is:

- Investigate the theoretical foundations of expert measurements;
- Analyze the features of qualimetric measurements;
- Analyze methods of qualimetric measurement based on expert evaluation;

- Develop information and measurement support for assigning the object (educational program) to the equivalence class.

Approbation of results. The main results of the work were prepared and published during the XVI Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists "Efficiency and Automation of Engineering Solutions in Instrument Making".

*Keywords: metrology, qualimetry, expert evaluation methods, indicators, criteria, consistency, educational programs.*

# ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КВАЛІМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ .....	8
1.1 Проблеми метрологічного забезпечення кваліметричних вимірювань .....	13
1.2 Вибір номенклатури та критеріїв для обробки кваліметричної інформації .....	15
1.3 Огляд методів експертних вимірювань .....	16
1.4 Способи отримання експертних оцінок .....	23
1.5 Умови проведення експертних вимірювань .....	26
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1 .....	32
РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ .....	33
2.1 План вимірювань .....	33
2.2 Дисперсійний аналіз з однократним спостереженням .....	34
2.3 Дисперсійний аналіз з багатократним спостереженням .....	36
2.5 Неповноблочні плани .....	39
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2 .....	44
РОЗДІЛ 3. ПРОБЛЕМАТИКА ПЕДАГОГІЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ЯК РІЗНОВИДУ КВАЛІМЕТРИЧНОГО ВИМІРЮВАННЯ .....	45
3.1 Переведення лінгвістичної інформації в числову .....	54
3.2 Перевірка узгодженості результатів експертного вимірювання .....	62
3.2.1 Аналіз способів перевірки узгодженості результатів .....	62
3.2.2 Вибір способу узгодженості результатів експертного оцінювання .....	64
3.3 Отримання комплексної оцінки результатів оцінювання різними експертами .....	80
3.4 Характеристики точності запропонованого інформаційно-вимірювального забезпечення .....	84
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3 .....	85
ВИСНОВКИ .....	87
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КВАЛІМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ» .....	89
4.1 Опис ідеї стартапу .....	89
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту .....	92
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту .....	94
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту .....	105
4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту .....	109
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4 .....	112
Використана література .....	114

## ВСТУП

При оцінюванні якості продукції і послуг особливо важливою є роль експертних методів. Вони не вимагають дорогого обладнання, приладів, реактивів і не трудомісткі за часом. Науково організований експертний метод вимірювання за чутливістю часом перевершує багато прийомів лабораторних досліджень. У ряді випадків це єдиний можливий метод, що дозволяє відрізнити високоякісний продукт від звичайного, фальсифікований від натурального, виявити ранні ознаки псування [1].

Однак результати експертних вимірювань в певній мірі суб'єктивні і залежать від кваліфікації експертів, порядку і умов проведення експертиз, вибору алгоритмів обробки кваліметричної інформації. У зв'язку з чим виникає актуальна проблема забезпечення єдності експертних вимірювань.

Наразі здійснюється забезпечення єдності тільки інструментальних вимірювань. Таке становище призвело до того, що в теперішній час склалася ситуація, при якій контроль якості окремих видів продукції експертними методами відрізняється як номенклатурою показників, так і вживаними шкалами і системою балової оцінки. Так, наприклад, при контролі якості хлібобулочних виробів в різних країнах застосовуються різні шкали і системи балової оцінки.

Таким чином методи експертного оцінювання використовують тоді, коли застосування більш об'єктивних методів з використанням технічних засобів:

- є неможливим;
- складним;
- економічно не вигідним.

## **РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КВАЛІМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ**

Сьогодні під забезпеченням єдності вимірювань розуміється діяльність, спрямована на встановлення наукових, правових, організаційних і технічних основ, правил, норм і засобів, необхідних для досягнення заданого рівня єдності вимірювань.

Науковою основою забезпечення єдності експертних вимірювань є розділ метрології – кваліметрія (наука про вимірювання якості продукції) [1-2].

Необхідність вирішення цієї проблеми визначається високою народно-господарської значимістю експертних вимірювань, яка обумовлена такими основними причинами [1]:

- масштабами діяльності, пов'язаної з експертними вимірами - у нас в країні щодня виконуються сотні експертних вимірювань для визначення якості харчової, парфумерної, текстильної та іншої продукції і послуг;

- важливістю і відповідальністю експертних вимірювань - їх результати використовуються на всіх етапах, на всіх рівнях управління народним господарством і їх точністю і достовірністю обумовлена ефективність, дієвість всіх форм управління і правильність будь-яких прийнятих на основі цих вимірів рішень;

- необхідністю забезпечення взаємної довіри до результатами експертних вимірювань.

У загальній проблемі забезпечення єдності експертних вимірювань одними з важливих завдань є вибір (Рисунок 1):

- оптимальної номенклатури вимірюваних показників якості,
- критеріїв прийняття рішень,
- алгоритмів обробки кваліметричної інформації.





Рисунок 1. Задачі, що вирішує сфера кваліметричних вимірювань

Завдання вибору оптимальної номенклатури вимірюваних показників якості зводиться до задачі виділення домінуючих показників (факторів), що впливають на якість продукції, процесу (послуги).

В [1] наведено декілька прикладів, які можна представити аналітично за прикладом нижче:

- В Угорщині застосовується 100-бальна система, по якій для кожного з оцінюваних показників встановлено максимальне (від 10 до 30) і мінімальне число балів (від 5 до 16), сума яких відповідно дорівнює 100 і 50. Вироби, отримали нижче 50 балів, оцінюються як незадовільні.

$$a_1 + a_2 + \dots + a_n = A,$$

де  $a \in (5 - 16) \dots (10 - 30)$ ,  $A \in 50 \dots 100$ .

$$\text{Результат} = \begin{cases} A < 50. \text{ виріб неякісний} \\ A \geq 50, \text{ виріб якісний} \end{cases}$$

- У Німеччині для оцінки хлібобулочних виробів використовується 20-бальна шкала. кожен показник якості оцінюють за 5-бальною шкалою, а для того, щоб загальне число балів дорівнювало 20, використовуються коефіцієнти, що враховують значимість кожного показника в формуванні якості хліба.

$$a_1 \cdot k_1 + a_2 \cdot k_2 + \dots + a_n \cdot k_n = A$$

$$\text{де } a_i \in 0 \dots 5; A \in 0 \dots 20.$$

- У Польщі оцінка якості хлібобулочних виробів проводиться по 40-бальній шкалі по ряду органолептичних і об'єктивно обумовлених показників. Вироби, які отримали менше 8 балів, вважаються незадовільними.

$$\text{Результат} = \begin{cases} A < 8, \text{ виріб неякісний} \\ A \geq 8, \text{ виріб якісний} \end{cases}$$

- У США якість виробів оцінюється за сукупністю ряду органолептичних показників по 100-бальною шкалою.
- В СРСР до 1981 р якість хлібобулочних виробів визначалося за 10-бальною шкалою. В 1981 році в Московському технологічному інституті харчових продуктів (МТІПП) розроблена 100-бальна система оцінки якості хлібобулочних виробів. У цій системі оцінка кожного показника хлібобулочних виробів проводиться по 5 бальною шкалою, кожному балу якої відповідає словесний опис. При цьому вироби, які отримали нижче 3 балів за будь-яким показником, вважаються незадовільними і подальшій оцінці не підлягають. Для обліку значимості показників у формуванні якості хліба встановлені їх коефіцієнти вагомості, сума яких дорівнює 20. Загальна бальна оцінка якості хліба визначається як середнє арифметичне

зважає. За цією системою максимально можлива оцінка якості хлібобулочних виробів становить 100 балів.

$$a_1 \cdot k_1 + a_2 \cdot k_2 + \dots + a_n \cdot k_n = A,$$

$$k_1 + k_2 + \dots + k_n = 20$$

$$de \quad a_i \in \left\{ \begin{array}{l} " \dots " \leftrightarrow 0 \\ " \dots " \leftrightarrow 1 \\ "незадовільно" \leftrightarrow 2 \\ "задовільно" \leftrightarrow 3 \\ "добре" \leftrightarrow 4 \\ "відмінно" \leftrightarrow 5 \end{array} \right\}$$

$$A \in 0 \dots 100.$$

Результат оцінювання якості хліба:

$$Результат = \begin{cases} a_i < 3, \text{ виріб неякісний} \\ a_i \geq 3, \text{ виріб якісний, з } A \end{cases}$$

Крім того, є і відмінності по номенклатурі показників якості. Наприклад[1], в Німеччині якість хлібобулочних виробів визначається за такими показниками: зовнішній вигляд, властивості кірки, стан м'якушки, запах і смак. У Російській Федерації при оцінці якості хлібобулочних виробів враховують такі показники, як форма, колір кірки, стан поверхні, стан м'якушки, пористість, аромат і смак.

Таким чином, використані в Російській Федерації та в окремих країнах системи бальної оцінки якості хліба розрізняються як за шкалами для оцінки окремих показників, так і за загальною кількістю балів, що відводяться оптимального якості. Є відмінності в кількості і значущості оцінюваних показників якості. Такий стан спостерігається не тільки при оцінці якості хлібобулочних виробів, а й багатьох інших видів продукції.

Отже, в різних країнах оцінки якості хліба розрізняються як за шкалами, так і за загальною кількістю балів, що відводиться оптимальній якості. Є певні відмінності в кількості та значущості оцінюваних показників якості.

Таблиця 1

Різна кількість оцінюваних показників	$i$
Різна максимальна кількість балів, що відводиться на окремий показник	$a_{max}$
Різні коефіцієнти впливу(значущості) показників якості	$k_i$
Різна максимальна кількість балів сумарного показника	$A_{max}$
Різні порогові значення прийнятої якості	$A_{ep}$

Вирішуюча функція:

$$a_1 \cdot k_1 + a_2 \cdot k_2 + \dots a_n \cdot k_n = A,$$

Результат експертного вимірювання визначається:

$$Результат = \begin{cases} A < A_{ep}, \text{ виріб неякісний} \\ A \geq A_{ep}, \text{ виріб якісний} \end{cases}$$

## **1.1 Проблеми метрологічного забезпечення кваліметричних вимірювань**

В умовах глобалізації світового ринку проблема якості продукції, зокрема, стратегічної, стає все актуальнішою, оскільки лише високоякісна продукція може бути конкурентоспроможною.

Кваліметрія – розділ метрології, в якому розглядаються питання вимірювання якості продукції [2].

Якість продукції – це сукупність характеристик продукції, які стосуються її здатності задовольняти встановлені і передбачені потреби. Для практичного оцінювання якості продукції користуються показниками якості, які є кількісними оцінками однієї чи декількох властивостей продукції, що характеризують її якість [3].

До методів оцінювання якості продукції належать [1]:

- Оцінювання безпосередньо рівня якості продукції. Тобто, сукупність операцій, яка складається з обрання номенклатури показників якості оцінюваної продукції, визначення цих показників та порівняння їх з базовими;
- Оцінювання технічного рівня продукції. Сукупність операцій, яка складається з обрання номенклатури показників, що характеризують технічну досконалість оцінюваної продукції, визначення значень цих показників та порівняння їх з базовими;
- Вимірювальний метод. Метод визначення значень показників якості продукції на підставі даних, отримуваних від технічних засобів вимірювання;
- Органолептичний метод. Метод визначення значень показників продукції, який здійснюють на підставі аналізу сприйняття органами чуття;
- Розрахунковий метод. Метод визначення значень показників якості продукції, який здійснюють на підставі використання

теоретичних і (чи) емпіричних залежностей показників якості продукції від її параметрів.

Очевидно, що достовірність будь-яких вимірювань залежить від рівня їхнього метрологічного забезпечення. У метрологічному забезпеченні кваліметричних вимірювань, як нового виду вимірювань, є ціла низка проблем, вирішення яких є, поза всяким сумнівом, актуальною задачею.

Основними теоретичними проблемами кваліметрії доцільно вважати такі [1]:

- обґрунтування вибору, встановлення складу та систематизація показників якості досліджуваної продукції і розподіл їх за групами залежно від функціонального призначення продукції і потреб споживачів;
- встановлення взаємозалежностей між фізико-хімічними властивостями та показниками якості досліджуваної продукції;
- встановлення вимог до точності визначення показників якості досліджуваної продукції;
- встановлення вимог до точності вимірювання окремих фізико-хімічних властивостей продукції відповідно до необхідної точності визначення показників її якості;

До практичних проблем кваліметрії належать:

- розроблення методів вимірювань показників якості досліджуваної продукції відповідно до необхідної точності;
- вибір засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), необхідних для реалізації розроблених методів вимірювань показників якості досліджуваної продукції;
- розроблення методик метрологічної перевірки використаних ЗВТ;
- аналіз реалізації метрологічного забезпечення визначення показників якості досліджуваної продукції.

## **1.2 Вибір номенклатури та критеріїв для обробки кваліметричної інформації**

### ***I. Вибір номенклатури показників якості експертних вимірювань.***

***Задача вибору оптимальної номенклатури вимірюваних показників якості*** зводиться до задачі виділення домінуючих показників (факторів), що впливають на якість продукції, процесу (послуги).

У теорії планування експерименту розроблено спеціальні методи, які при виконанні деяких передумов дозволяють виявити суттєві чинники з допомогою невеликого числа експериментів і при невеликих витратах обчислювального часу. Тому проблема вибору оптимальної номенклатури вимірюваних показників якості зводиться до аналізу цих методів і можливості їх застосування при експертних вимірах, а також до розробки нових методів виділення істотних показників якості.

### ***II. Вибір критеріїв прийняття рішення за експертними вимірюваннями.***

При експертних вимірах виникає питання, наскільки ефективно вони проводяться. Одним з можливих шляхів підвищення ефективності експертних методів є визначення якості рішень, що приймаються за результатами експертиз. На практиці за результатами комплексування показників якості визначається висока якість одних об'єктів перед іншими. Якщо комплексний показник одного об'єкта більше, ніж комплексний показник іншого, то робиться висновок про те, що якість першого вище, ніж другого. Зазвичай на цьому закінчується обробка результатів кваліметричної інформації. Якщо значення комплексних показників якості значно відрізняються один від одного, то з високою ймовірністю можна сказати, що рішення прийнято правильно, а якщо немає, то воно може бути як правильним, так і неправильним.

Отже, виникає завдання вибору критеріїв прийняття рішень. Критерії прийняття рішень залежать від виду вирішуваних завдань.

Завданнями експертних вимірювань є:

- визначення кількісних значень показників якості;
- визначення належності об'єкта до класу еквівалентності.

У теорії ймовірності та в математичній статистиці розроблені різні критерії прийняття рішень. Для вирішення поставленого завдання необхідно провести аналіз цих критеріїв з точки зору вживаності до результатів експертних вимірювань, а якщо немає, то виникає задача розробки нових критеріїв.

До теперішнього часу розроблені наукові основи атестації алгоритмів, загальний порядок атестації, принципи вибору показників якості алгоритмів і типових моделей вихідних даних при атестації, а також методи оцінювання показників якості алгоритмів на типових моделях вихідних даних.

Проблему атестації алгоритмів обробки кваліметричної інформації доцільно вирішувати, використовуючи загальний підхід метрологічної атестації алгоритмів обробки даних при вимірах. Ідея метрологічної атестації алгоритмів обробки полягає в їх дослідженні на наборі типових моделей з метою визначення показників якості (характеристик) алгоритмів.

Кінцевою метою атестації алгоритмів є забезпечення об'єктивного критерію для зіставлення алгоритмів і раціонального вибору алгоритмів в конкретній вимірювальній задачі.

### **1.3 Огляд методів експертних вимірювань**

Наразі розроблені різні методи експертних вимірювань. Найбільш повна класифікація експертних методів дана в роботі А. А. Азгальдова, в якій виділені 16 методів оцінки якості проектів [1].



**Метод А.** Суть цього методу полягає в тому, що група експертів в кількісній формі оцінює кожен з конкуруючих варіантів проектів за сукупністю всіх властивостей, які характеризують якість цих варіантів. Потім на основі усереднення всіх оцінок окремих експертів визначається загальна оцінка.

**Метод Б.** Оцінка об'єкту проводиться одним експертом.

**Метод В.** Шляхом статистичної обробки даних про реалізації того чи іншого об'єкта виявляється думка споживачів. При цьому приймається, що продукція, яка найкраще купується свідчить про те, що якість цього виробу краще, ніж інших аналогічних.

**Метод Г.** Ґрунтується на масовому соціологічному опитуванні споживачів (шляхом анкетування і інтерв'ювання).

**Метод Д.** Оцінка проекту проводиться за показником однієї з властивостей, а інші значення показників якості фіксуються недостатньо жорстко, деякі взагалі не фіксуються.

**Метод Е.** Вибір найкращого проекту здійснюється за показником економічності. В рамках даного методу намагаються забезпечити порівнюваність відмінних один від одного проектів. З цією метою проводять коригування значень показника економічності для кожного варіанта. Коригування полягає в тому, що проводять підрахунок додаткових витрат, які потрібно провести по кожному варіанту, для забезпечення якісної різнозначності з варіантом - аналогом.

**Метод Ж.** Кращий варіант визначається тільки по одному показнику, який виступає в ролі цільової функції, при обмеженнях, накладених на показники інших властивостей.

**Метод І.** Вибір найкращого варіанта здійснюється за комплексним показником, отриманому на основі функціональної залежності між одиничними показниками.

**Метод К.** Вибір найкращого варіанта здійснюється за комплексним показником, відображеному у вигляді відношення економічності до показника ефективності.

**Метод Л.** Відмінність цього методу від попереднього полягає в тому, що вибір кращого варіанта здійснюється за комплексним показником, який визначається як різниця значень цих двох показників. Необхідною умовою застосування даного методу є вираз обох показників якості в одних і тих же одиницях. В даному випадку показник ефективності виражають у грошовій формі.

**Метод М.** Варіанти порівнюються за значеннями показників окремих властивостей. Кращі значення показників якості виділяються певним чином, не кількісно (наприклад, знаками (+) або (>)) позначаються кращі показники якості, а решта - знаками (-) або (<)). Потім складається таблиця порівняння варіантів, на підставі якого вибирається найкращий варіант.

**Метод Н.** Полягає в тому, що якість варіантів визначається шляхом порівняння значень окремих показників. Відмінність від методу М виражається в тому, що значення показників якості визначаються в кількісній формі.

**Метод О.** В цьому методі визначаються вагові коефіцієнти показників якості одним експертом, які в подальшому будуть прийматися для визначення комплексного показника якості.

**Метод П.** Спочатку одним із способів (експертним або аналітичним) визначаються вагові коефіцієнти показників якості об'єкта. Потім їх ранжують у міру їх важливості і визначають значення найважливішого показника якості у порівнюваних об'єктів. Вважається найкращим той об'єкт, у якого значення найважливішого показника якості вище. Якщо у декількох об'єктів значення найбільш важливих показників якості рівноцінні, то визначають значення наступного за важливістю показника якості та т. д.

**Метод Р.** Кращий варіант визначається по комплексному показнику, який визначається за принципом середнього зваженого.

Узагальнення характеристик різних методів автором цієї магістерської дисертації наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3.1

Метод	Кількість залучених експертів	Кількість показників, що оцінюються	Підхід при первинному оцінюванні	Спосіб опрацювання первинних оцінок експертів	Спосіб формування висновку
Метод А	>1	>1	оцінюється сукупність властивостей кількісним показником	усереднення оцінок всіх експертів по кожному показнику	оцінюється загальний показник по кожному виду продукції
Метод Б	1	>1	оцінюється сукупність властивостей кількісним показником	-	оцінюється загальний показник по кожному виду продукції
Метод В	>1	>1	об'єкт оцінюється за споживчою привабливістю	-	оцінювання за споживчою привабливістю
Метод Г	>1	>1	опитування, інтерв'ювання	опрацювання анкет	висновок на основі анкетування
Метод Д	>1	1	узагальнення оцінок за однією властивістю, інші показники фіксуються недостатньо жорстко, деякі взагалі не фіксуються		оцінювання за одною найголовнішою властивістю
Метод Е	>1	>1	оцінюється сукупність властивостей	корегування сукупності властивостей	Оцінювання комплексного показника або

			кількісним показником	кількісного показника	сукупності показників
Метод Ж	>1	1			оцінювання за одним показником, що виступає в ролі цільової функції
Метод І	>1	>1	оцінюється сукупність властивостей кількісним показником	оцінюється комплексний показник на основі функціональної залежності між одиничними показниками	за комплексним показником, отриманим на основі функціональної залежності між одиничними показниками
Метод К	>1	>1	оцінюється сукупність властивостей кількісним показником	оцінюється комплексний показник на основі функціональної залежності між одиничними показниками	за комплексним показником, відображеним у вигляді відношення економічності до показника ефективності
Метод Л	>1	>1	оцінюється сукупність властивостей кількісним показником	оцінюється комплексний показник на основі функціональної залежності між одиничними показниками	за комплексним показником, який визначається як різниця значень цих двох показників, отриманих у різних об'єктів
Метод М	>1	>1	оцінюється сукупність властивостей кількісним показником	кращі значення показників якості виділяються певним чином, не кількісно (наприклад,	складається таблиця порівняння варіантів, на підставі якого вибирається найкращий варіант

				знаками (+) або (>) позначаються кращі показники якості, а решта - знаками (-) або (<))	
Метод Н	>1	>1	оцінюється сукупність властивостей кількісним показником	кращі значення показників якості виділяються певним чином, в кількісній формі	складається таблиця порівняння варіантів, на підставі якого вибирається найкращий варіант
Метод О	1	>1	оцінюється сукупність властивостей кількісним показником	визначаються вагові коефіцієнти показників якості одним експертом	за комплексним показником
Метод П	>1	>1	оцінюється сукупність властивостей кількісним показником	одним із способів (експертним або аналітичним) визначаються вагові коефіцієнти показників якості об'єкта	ранжують показники у міру їх важливості і визначають значення найважливішого показника якості у порівнюваних об'єктів. Вважається найкращим той об'єкт, у якого значення найважливішого показника якості вище. Якщо у декількох об'єктів

					значення найбільш важливих показників якості рівноцінні, то визначають значення наступного за важливістю показника якості та т. д.
Метод Р	>1	>1	оцінюється сукупність властивостей кількісним показником	визначаються вагові коефіцієнти показників та усереднюють оцінки всіх експертів по кожному показнику	визначається по комплексному показнику, який визначається за принципом середнього зваженого

Таким чином вважаємо характерними ознаками методів є:

- Залучення 1-го або більше експертів;
- Оцінювання об'єкта за 1-м або більшою кількістю показників;
- Проведення оцінювання в кількісній або не кількісній формі (за порядковою шкалою);
- Введення вагових коефіцієнтів з огляду на різну значущість показників, що оцінюють або рівнозначність всіх показників;
- Визначення комплексного показника за всіма оцінками експертів та показниками, що підлягали оцінюванню як єдиного числа чи вектора з усереднених показників.

В нашому випадку (при оцінюванні освітньої програми) маємо обрати метод виходячи з таких ознак:

- Залучення 3-х і більше експертів;
- Оцінювання об'єкта за 9-ма або 10-ма показниками;
- Проведення оцінювання в не кількісній формі (за порядковою шкалою);
- Рівнозначність всіх показників;
- Визначення комплексного показника за всіма оцінками експертів та показниками, що підлягали оцінюванню як вектора з усереднених показників.

Даним ознакам найбільше відповідає метод М.

#### 1.4 Способи отримання експертних оцінок

Варто зазначити, що експертними методами вимірювання визначаються не лише кількісні відмінності показників якості об'єктів, але і якісні відмінності між об'єктами, тобто належність їх до певного класу. При таких дослідженнях не дають відповіді на питання, який із об'єктів має більш високу якість, а визначають приналежність об'єкта до певного класу.

В нашому випадку (при оцінюванні освітньої програми) класами еквівалентності є:

- акредитовані програми;
- умовно акредитовані програми;
- неакредитовані програми.

До неакредитованих програм може бути віднесена програми з вектором за 9-ма показниками (для бакалаврату) та 10-ма (для магістратури) оцінок, якщо хоча б одна з оцінок «F», наприклад:  $\overline{EP} = \{A; B; B; A; B; B; B; F; B\}$  або більше трьох оцінок «E», наприклад:  $\overline{EP} = \{E; B; B; A; E; B; B; E; E\}$ . Умовно акредитована (на 1 рік), якщо у векторі присутньої три оцінки «E»,

наприклад:  $\overline{EP} = \{E; B; B; A; B; B; B; E; E\}$ . Акредитована в усіх інших випадках,  
наприклад:  $\overline{EP} = \{A; B; B; A; B; B; B; E; B\}$ .

**До способів (методів) отримання первинних оцінок відносять [1]:**

- парний метод,
- двопарний (дуо-тріо) метод,
- трикутний метод,
- а також метод подвійних стандартів.

Ці методи широко застосовуються, зокрема, в харчовій промисловості, яка дала початок деяким з них.

### **Попарний метод**

За цим методом з двох продуктів X та Y, в яких мають бути досліджені кількісні відмінності. Один обирається як контрольний. В даному випадку будь-який з них може бути контрольним. Якщо, наприклад, проводять порівняння якісних ознак у свіжого продукту та того, що вже зберігається деякий час, то в цьому випадку в якості контрольного (еталонного) краще обрати свіжий продукт. Ще одним прикладом може бути приготування серії проб двох продуктів: відомого продукту X та невідомого Y.

Ці два продукти подають в певній, але не відомій експертам послідовності. Експертам завжди подають одну пару проб. Кількість проб, що підлягають оцінюванню зазвичай становить від 7-ми до 20-ти і навіть більше.

Основна вимога попарного метода – це те, що продукти відрізняються між собою лише одною характеристикою, а всі інші їх показники однакові. Ця характеристика може відноситись до хімічного складу, впливу технології обробки, впливу строку зберігання тощо.

Задачею експерта (-ів) є порівняти кожен пару проб і визначити відмінність характеристики. Наприклад, яка з них більш солена, яка більш соковита тощо.



Якщо відповідь заздалегідь відома (одна з контрольних проб є еталонною), то підраховують кількість правильних відповідей. Якщо ні, то кількість переваг одній пробі над іншою.

### **Двопарний метод**

Цей метод полягає в обмеженні кількості досліджуваних проб до трьох. При цьому задача полягає у виявленні проби, що відрізняється від двох інших. Далі визначається кількість правильних відповідей та проводиться оцінка кількісних відмінностей – чи є вони значущі, для чого залучають методи статистичної обробки даних.

### **Метод двох еталонів**

Спочатку цей метод було розроблено для дослідження запахів різних харчових продуктів. За цим методом експерти до проведення дослідження отримують дві проби: контрольну  $X$  та змінну  $Y$ , для визначення їх запаху. Потім експертам подають другу пару проб, ідентичну попередній. Задача експерта полягає визначити, яка з проб другої партії ідентична пробі  $X$ , а яка –  $Y$ . Для цього можуть використовувати так би мовити «наводящу пробу», яка подається для того, щоб «увійти до смаку», а також контрольну пробу. «Наводяща проба» має бути ідентична контрольній пробі. Після того, як була визначена контрольна проба, подають дві проби в невідомій послідовності. В цій парі знаходиться контрольна проба та невідома проба. Задача експерта полягає в тому, щоби визначити яка з цих проб є контрольною. Порівняння результатів дозволяє визначити кількість правильних відповідей. За відсотковим співвідношенням кількості правильних відповідей до загальної кількості досліджень визначають, чи є суттєві відмінності між пробами.

### **Трикутний метод**

При трикутному методі також використовують контрольну наводящу пробу. Спочатку експертам подають контрольну пробу, потім – три проби одночасно, дві з яких ідентичні. Задача полягає в тому, щоб з трьох проб (з яких дві ідентичні), обрати пробу, яка відрізняється.

В нашому випадку є один досліджуваний об'єкт  $X$  – одна освітня програма і є відомий еталон, методичний опис освітньої програми з «ідеальними показниками» за кожним досліджуваним критерієм. Отже там підійде попарний метод. За яким експерт порівнює критерій досліджуваної освітньої програми  $X$  з «ідеальним» описом до нього.

Однак отримання експертних оцінок – це лише експериментальна частина дослідження. Далі отримані оцінки підлягають опрацюванню.

### **1.5 Умови проведення експертних вимірювань**

Експертні вимірювання можна розділити на статичні та динамічні.

Якщо мова йде про оцінювання показника в конкретний момент часу, в який він має певне фіксоване значення, то тут можна говорити про статичне вимірювання.

Прикладами такого вимірювання є визначення якості продукції за деякий короткий проміжок часу, проведення опитувань одночасно або в короткий часовий термін, тестування студентів.

Якщо, наприклад, здійснюється оцінювання продукту, який швидко псується, або тестування студентів в декілька етапів, то тут варто говорити про динамічні вимірювання, оскільки властивості об'єкта дослідження з часом можуть змінюватись. Однак, за теорією класичних інструментальних вимірювань, відомо, що вплив різного роду завад, шумів і змін неінформативних параметрів, що нашаровується на статичне вимірювання, призводить до того, що таке вимірювання розглядають як динамічне.

Прикладами факторів, що впливають в сфері квалімеричних вимірювань можуть бути, наприклад, вплив поведінки екзаменаторів, судей, шум в залі тощо на виступи музикантів, спортсменів, відповіді студентів. В

цьому випадку вимірюваний параметр може бути зашумлений настільки, що буде зберігати низьку відтворюваність.

Крім цього, якщо мова йде про кваліметричне вимірювання, то в більшості випадків дослідження не є однократним. Однак, якщо при оцінюванні параметрів залучено декілька експертів (респондентів, студентів), то це не є класичним багаторазовим вимірюванням. Скоріше це є сукупність одноразових вимірювань. Пояснення тому – наявність різних експертів, що є аналогом використання різного, хоча ідентичного обладнання. Тому тут можна вести мову не про умову повторюваності, а про умову відтворюваності при якому проводиться дослідження.

Під час проведення інструментальних вимірювань розрізняють декілька способів накопичення експериментальних даних. Ці ж способи притаманні і експертним вимірюванням [1].

- 1) Багаторазове вимірювання одного і того ж показника якості конкретного об'єкта одним і тим самим експертом;
- 2) Послідовне вимірювання одного й того ж показника якості конкретного об'єкта різними експертами;
- 3) Багаторазове вимірювання одного й того ж показника якості конкретного об'єкта різними експертами в різний час;
- 4) Багаторазове вимірювання одного й того ж показника якості різних об'єктів одного й того ж призначення одним і тим експертом;
- 5) Одночасне або послідовне вимірювання одного й того ж показника якості різних об'єктів вимірювання різними експертами;
- 6) Багаторазове вимірювання одного й того ж показника якості різних об'єктів вимірювання одного функціонального призначення різними експертами в різний час.

Узагальнення характеристик різних варіантів експертного оцінювання автором цієї магістерської дисертації наведено в таблиці.

Таблиця 1.5.1

Варіант	Кількість експертів	Кількість показників	Кількість об'єктів дослідження	Одноразове / багаторазове вимірювання	Послідовно / паралельно
1	1	1	1	багаторазове	-
2	>1	1	1	Сукупність одноразових	послідовно
3	>1	1	1	Сукупності багаторазових	послідовно
4	1	1	>1	багаторазове	-
5	>1	1	>1	Сукупність одноразових	Послідовно / паралельно
6	>1	1	>1	Сукупності багаторазових	послідовно

В нашому випадку проводиться паралельне (одночасне) вимірювання одних і тих показників якості конкретного об'єкта різними експертами.

Варіант	Кількість експертів	Кількість показників	Кількість об'єктів дослідження	Одноразове / багаторазове вимірювання	Послідовно / паралельно
1	3 або >	9 або 10	1	Сукупність одноразових	паралельно

Багаторазові експертні вимірювання одного й того ж показника якості називають рівноточними показниками, якщо вони виконуються одним і тим самим експертом, в один й той самий час, в одних і тих самих умовах. Якщо одна з умов не виконується, то таке вимірювання називають нерівноточним.

Відповідно до такого визначення, 1 та 4 варіанти проведення експертного оцінювання, дозволяють отримати багаторазові вимірювання з рівно точними значеннями показника. Другий та третій є одноразовими або багаторазовими експертними вимірюваннями з нерівноточними значеннями показники. При накопиченні інформації 4-м, 5-м та 6-м способами отримуємо декілька серій з рівно точними показниками, для 4-го способу – з рівно точними значеннями показника, а для 5-го та 6-го – з нерівноточними.

Під час проведення багаторазових експертних вимірювань з нерівно точними значеннями показника, варто враховувати вагу кожного експерта.

В нашому випадку проводиться сукупність одноразових вимірювань вимірювання одних й тих показників якості різними експертом, однак в один й той самий час, в одних і тих самих умовах. Враховуючи те, що вага експертної оцінки кожного експерта вважається однаковою, то такі вимірювання можемо вважати рівно точними.

По відношенню до методів експертного оцінювання, маємо ситуацію –  
таблиця 1.4.2

Таблиця 1.4.2

Метод	Кількість залучених експертів	Кількість показників, що оцінюється	Одноразове / багаторазове вимірювання	Рівноточне /нерівноточне	Вирішальна функція
Метод А	>1	>1	сукупність одноразових	нерівноточне	Визначення комплексного показника у вигляді вектору
Метод Б	1	>1	багаторазове	рівноточне	Визначення комплексного показника у вигляді вектору
Метод В	>1	>1	сукупність одноразових	Рівноточне /нерівноточне	Визначення одиничного показника
Метод Г	>1	>1	сукупність одноразових	Рівноточне /нерівноточне	Визначення комплексного показника у вигляді вектору
Метод Д	>1	1	сукупність одноразових	нерівноточне	Визначення одиничного показника
Метод Е	>1	>1	сукупність одноразових	нерівноточне	Визначення комплексного показника

					у вигляді вектору
Метод Ж	>1	1	сукупність одноразових	Рівноточне /нерівноточне	Визначення комплексного показника у вигляді вектору
Метод І	>1	>1	сукупність одноразових	Рівноточне /нерівноточне	Визначення комплексного показника у вигляді вектору
Метод К	>1	>1	сукупність одноразових	Рівноточне /нерівноточне	Визначення комплексного показника у вигляді вектору
Метод Л	>1	>1	сукупність одноразових	Рівноточне /нерівноточне	Визначення комплексного показника у вигляді вектору
Метод М	>1	>1	сукупність одноразових	Рівноточне /нерівноточне	Визначення комплексного показника у вигляді вектору
Метод Н	>1	>1	сукупність одноразових	Рівноточне /нерівноточне	Визначення комплексного показника у вигляді вектору
Метод О	1	>1	багаторазове	Рівноточне /нерівноточне	Визначення комплексного показника у вигляді числа
Метод П	>1	>1	сукупність одноразових	Рівноточне /нерівноточне	Визначення комплексного показника у вигляді числа
Метод Р	>1	>1	сукупність одноразових	Рівноточне /нерівноточне	Визначення комплексного показника

					у вигляді числа
--	--	--	--	--	--------------------

В «ПОЛОЖЕННІ про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» [7] зазначено, що:

- Рішення про акредитацію освітньої програми ухвалюється за умов, якщо освітня програма відповідає всім критеріям за рівнями «А» або «В».
- Якщо відповідність за рівнем «А» встановлено щодо п'яти і більше критеріїв, рішення про акредитацію освітньої програми ухвалюється з визначенням «зразкова».
- Рішення про умовну (відкладену) акредитацію ухвалюється, якщо встановлено відповідність за рівнем «Е» щодо одного або двох критеріїв і за жодним із критеріїв не встановлено відповідності за рівнем «F».
- Рішення про відмову в акредитації ухвалюється, якщо принаймні за одним критерієм встановлено відповідність за рівнем «F» або встановлено відповідність за рівнем «Е» щодо трьох і більше критеріїв.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

В розділі 1:

- Проаналізовано та систематизовано різних методів експертного оцінювання;
- Встановлено, що в нашому випадку (при оцінюванні освітньої програми) маємо обрати метод виходячи з таких ознак:
  - Залучення 3-х і більше експертів;
  - Оцінювання об'єкта за 9-ма або 10-ма показниками;
  - Проведення оцінювання в не кількісній формі (за порядковою шкалою);
  - Рівнозначність всіх показників;
  - Визначення комплексного показника за всіма оцінками експертів та показниками, що підлягали оцінюванню як вектора з усереднених показників.

Даним ознакам найбільше відповідає метод М: варіанти порівнюються за значеннями показників окремих властивостей. Кращі значення показників якості виділяються певним чином, не кількісно (наприклад, знаками (+) або (>) позначаються кращі показники якості, а решта - знаками (-) або (<)). Потім складається таблиця порівняння варіантів, на підставі якого вибирається найкращий варіант.

- Систематизовано способи накопичення експериментальних даних і обрано, той що відповідає поставленому завданню.
- В нашому випадку проводиться сукупність одноразових вимірювань вимірювання одних й тих показників якості різними експертом, однак в один й той самий час, в одних і тих самих умовах. Враховуючи, що вага експертної оцінки кожного експерта вважається однаковою, то такі вимірювання можемо вважати рівно точними.



## РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ

### 2.1 План вимірювань

При оцінці приналежності об'єкта до класу еквівалентності по одному параметру суть оцінки якості виробу зводиться до визначення, чи перебуває значення вимірюваної параметра об'єкта в заданих межах. При цьому виникає два типи завдань:

- 1) визначити менше або більше значення вимірюваного параметра  $Q$  деякого значення  $Q_n$ ;
- 2) визначити чи знаходиться значення вимірюваного параметра  $Q$  в інтервалі від  $Q_0$  до  $Q_{01}$ .

План вимірювання при оцінці приналежності об'єкта до класу еквівалентності має вигляд:

- 1) завжди апріорна інформація;
- 2) вибір оптимальної номенклатури вимірюваних показників якості;
- 3) обсяг багаторазових вимірювань;
- 4) метод вимірювання;
- 5) алгоритм обробки кваліметричної інформації;
- 6) параметр вирішальної функції.

Технічна реалізація такої оцінки можлива двома способами:

- на основі стандартних зразків (наприклад, білизну борошна визначають зі стандартних зразків білизни);
- на основі експертних вимірювань.

Стандартні зразки не вимірюються величину  $Q$ , а відтворюють граничні значення  $Q_0$  і  $Q_{01}$ , і на основі порівняння  $Q$  з  $Q_0$  і  $Q_{01}$  оцінюють приналежність об'єкта до класу еквівалентності.

Оцінка якості об'єкта другим способом, тобто, на основі експертних вимірювань, здійснюється наступним чином: спочатку вимірюють

експертним методом шуканий параметр  $Q$ , а потім на основі результатів вимірювання визначають належність об'єкта до класу еквівалентності.

## 2.2 Дисперсійний аналіз з однократним спостереженням

Для виділення істотних показників при експертних вимірах може бути застосований однофакторний дисперсійний аналіз з однократним спостереженням, якщо вимірювання проводилися одним експертом.

При вимірах одним експертом показників якості  $n$  об'єктів експертизи маємо лише одне вимірне значення показника якості, а їх загальна кількість дорівнює  $m \cdot n$ . Для  $N = mn$  вибірок  $Q_{ij}$ ,  $i = 1 \dots n$ ,  $j = 1 \dots m$ .

Передбачається, що спостережуване значення представлено у вигляді:

$$Q_{ij} = a_j + b_i + e_{ij}, \quad (1)$$

де  $m$ ,  $a_j$ ,  $b_i$  - деякі константи, а  $e_{ij}$  - незалежні нормально розподілені випадкові величини з математичним очікуванням, рівним нулю, і однією і тією ж дисперсією  $\sigma^2$ .

Використовуючи вибірккові характеристики, маємо:

$$\overline{Q}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{ij} - \text{середні по рядкам}$$

$$\overline{Q}_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m Q_{ij} - \text{середні по стовпцям}$$

$$\overline{\overline{Q}} = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_{ij} - \text{загальне середнє}$$

і умовної репараметризації

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} = 0, \quad \sum_{i=1}^n b_{ij} = 0$$

можна методом найменших квадратів знайти оцінки параметрів моделі:

$$\overline{m} = \overline{\overline{Q}}$$

$$\overline{a}_j = \overline{Q}_j - \overline{\overline{Q}}, \quad j = 1 \dots m;$$

$$\overline{b}_i = \overline{Q}_i - \overline{\overline{Q}}, \quad i = 1 \dots n;$$

Задачею дисперсійного аналізу є перевірка рівності нулю параметрів  $a_i$  і  $b_j$ . Тобто, треба перевірити гіпотези:

$H_A: a_1 = a_2 = \dots = a_m = 0$  – показники якості не відрізняються один від одного

і  $H_B: b_1 = b_2 = \dots = b_m = 0$  – за якістю об’єкти не відрізняються один від одного.

Знайдемо суми квадратів:

$$S_A = m \sum_{j=1}^m (\bar{Q}_j - \bar{\bar{Q}})^2; \quad S_A^2 = \frac{S_A}{m-1};$$

$$S_B = n \sum_{i=1}^n (\bar{Q}_i - \bar{\bar{Q}})^2; \quad S_B^2 = \frac{S_B}{n-1};$$

$$S_A = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (Q_{ij} - \bar{Q}_j - \bar{Q}_i - \bar{\bar{Q}})^2 = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n Q_{ij}^2 - m \sum_{j=1}^m Q_j^2 - \sum_{i=1}^n Q_i^2 + mn \bar{\bar{Q}}^2$$

$$S_R^2 = \frac{S_R}{(m-1)(n-1)}$$

Для гіпотез  $H_A$  і  $H_B$  відношення  $\frac{S_A^2}{S_R^2}$  і  $\frac{S_B^2}{S_R^2}$  мають F – розподіл зі степенями свобод  $v_1 = m - 1$ ,  $v_2 = (m - 1)(n - 1)$  і  $v_1 = n - 1$ ,  $v_2 = (m - 1)(n - 1)$  відповідно.

Розраховані показники можна занести до таблиці:

Джерела мінливості	$S$	$v$	$S^2$	$F$
Показники $A$	$S_A = m \sum_{j=1}^m (\bar{Q}_j - \bar{\bar{Q}})^2$	$m-1$	$S_A^2$	$\frac{S_A^2}{S_R^2}$
Об’єкти $B$	$S_B = n \sum_{i=1}^n (\bar{Q}_i - \bar{\bar{Q}})^2$	$n-1$	$S_B^2$	$\frac{S_B^2}{S_R^2}$

Помилка експерименту	$S_A$ $= \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (Q_{ij} - \bar{Q}_j - \bar{Q}_i + \bar{\bar{Q}})^2$ $= \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n Q_{ij}^2 - m \sum_{j=1}^m Q_j^2 - \sum_{i=1}^n Q_i^2 + mn \bar{\bar{Q}}^2$	$(m-1)(n-1)$	$S_R^2$	
Дисперсія	$S = S_A + S_B + S_R$	$mn-1$		

Гіпотеза  $H_A: a_1 = a_2 = \dots = a_m = 0$  відхиляється, якщо для заданого рівня значимості  $\alpha$  розраховане значення  $F_A > F_{\text{крит}}$ , де  $F_{\text{крит}}$  знаходимо по таблицям F-розподілу при  $\nu_1 = n - 1$ ,  $\nu_2 = (m - 1)(n - 1)$ . Якщо  $F_A < F_{\text{крит}}$ , то нема жодних причин для відхилення цієї гіпотези.

### 2.3 Дисперсійний аналіз з багатократним спостереженням

У випадку роботи експертної комісії для виявлення суттєвих показників може бути використаним двухфакторний дисперсійний аналіз з багатократними спостереженнями.

Нехай кожний показник якості був виміряний  $n$  експертами. В такому випадку маємо  $r$  результатів вимірювань  $Q_{ij1}, Q_{ij2}, \dots, Q_{ijr}$ . Тоді в лінійну математичну модель включають ефекти взаємодії  $(ab)_{ij}$ :

$$\overline{Q_{ijr}} = m + a_j + b_j + \overline{(ab)_{ij}} + e_{ijr}$$

В цьому випадку умови репараметризації матимуть вигляд:

$$\sum_{j=1}^m a_j = 0; \quad \sum_{i=1}^n b_i = 0;$$

$$\sum_{j=1}^m (ab)_{ij} = 0; \quad j = 1 \dots m;$$

$$\sum_{j=1}^n (ab)_{ij} = 0; \quad i = 1 \dots n.$$

За допомогою методу найменших квадратів знаходять точечні оцінки параметрів  $m$ ,  $a_j$ ,  $b_i$  і  $(ab)_{ij}$ .

Вводять вибіркові характеристики:

$$\overline{Q_{ij}} = \frac{1}{r} \sum_{k=1}^r Q_{ijk}, \quad \overline{Q_i} = \frac{1}{mr} \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^r Q_{ijk}$$

$$\overline{Q_j} = \frac{1}{nr} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r Q_{ijk}, \quad \overline{\overline{Q}} = \frac{1}{nmr} \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^r \sum_{i=1}^n Q_{ijk}$$

$$S_A = mr \sum_{j=1}^n (\overline{Q_i} - \overline{\overline{Q}})^2; \quad S_A^2 = \frac{S_A}{m-1}$$

$$S_B = nr \sum_{j=1}^n (\overline{Q_j} - \overline{\overline{Q}})^2; \quad S_B^2 = \frac{S_B}{n-1}$$

$$S_{AB} = r \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (\overline{Q_{ij}} - \overline{\overline{Q}})^2, \quad S_{AB}^2 = \frac{S_{AB}}{(m-1)(n-1)};$$

$$S_R = r \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r (Q_{ijk} - \overline{\overline{Q}})^2, \quad S_R^2 = \frac{S_R}{nm(r-1)}$$

Результати представимо у вигляді таблиці:

Джерела мінливості	S	v	$S^2$	F
Показники А	$S_B = nr \sum_{j=1}^n (\overline{Q}_j - \overline{\overline{Q}})^2$	m-1	$S_A^2$	$\frac{S_A^2}{S_R^2}$
Показники В	$S_B = nr \sum_{j=1}^n (\overline{Q}_j - \overline{\overline{Q}})^2$	n-1	$S_B^2$	$\frac{S_B^2}{S_R^2}$
Взаємодія А і В	$S_{AB} = r \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (\overline{Q}_{ij} - \overline{\overline{Q}})^2$	(m-1)(n-1)	$S_{AB}^2$	$\frac{S_{AB}^2}{S_R^2}$
Експериментальна похибка	$S_R = r \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r (Q_{ijk} - \overline{\overline{Q}})^2$	nm(r-1)	$S_R^2$	
Загальна похибка	$S = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r Q_{ijk}^2 - nmr \overline{\overline{Q}}^2$	nmr - 1		

Величини  $S_R$  і  $S$  представляють собою незміщену оцінку дисперсії. Для перевірки гіпотез  $H_A: a_1 = a_2 = \dots = a_m = 0$  – показники якості рівнозначні і  $H_B: b_1 = b_2 = \dots = b_m = 0$  – за якістю об’єкти не відрізняються один від одного.

$H_{AB}: (ab)_{ij} = 0$  – ефект взаємодії незначний, тож використовуємо F критерій.

Гіпотези  $H_A$ ,  $H_B$  і  $H_{AB}$  відхиляються, якщо при заданому рівні значимості відповідно виявиться, що  $F_A > F_{крит}$ ,  $F_B > F_{крит}$ ,  $F_{AB} > F_{крит}$ , де  $F_{крит}$  критичне значення F-розподілу зі ступенями свободи  $v_1 = n - 1$  і  $v_2 = mn(r - 1)$ ,  $v_1 = m - 1$  і  $v_2 = mn(r - 1)$ , або  $v_1 = (m - 1)(n - 1)$  і  $v_2 = mn(r - 1)$ .

## 2.5 Неповноблочні плани

Неповноблочні плани (блок-схеми) використовуються при відсутності можливості реалізувати всі можливі варіанти. Блок-схеми дозволяють оцінити вплив експертів і знизити помилку експерименту. Блок-схеми корисні при експертних оцінках (перевірка значущості відмінностей сортів і т.д.).

Блоками будемо називати експертів. Наприклад, потрібно врахувати п'ять блоків, якщо експертна комісія складається з п'яти експертів. Експерти можуть оцінювати різну кількість елементів, тобто об'єктів експертизи. Так, якщо кожен експерт оцінює чотири об'єкти експертизи, то блоки відповідно містять по чотири елементи.

План називається повноблочним, якщо в процесі експерименту в кожному блоці вивчають всі елементи. Прикладом повноблочного плану є повний факторний експеримент. Коли ж в блоках вивчають лише деякі їх елементи, мають справу з неповноблочним планом, який є економічно вигіднішим.

При розміщенні елементів в неповноблочних планах враховують правила, що визначають частоту появи елементів і їх пар. У зв'язку з цим розрізняють: число блоків -  $n$ , число елементів -  $m$ , число одиниць в блоці -  $q$ , число повторень в рядку -  $r$ , число повторень кожної пари елементів -  $\lambda$  і загальне число дослідів -  $N$ . Жоден з блоків неповноблочного плану не містить всіх елементів.

План, в якому кожен елемент і кожна пара елементів належать одному і тому ж числу блоків, називається збалансованим, або ВІВ-схемою (врівноваженою неповної схемою). Такі плани через характерних для них властивостей врівноваженості дозволяють застосовувати одну й ту ж стандартну помилку при порівнянні кожної пари елементів. Неповноблочність дає можливість знижувати число дослідів.

Таким чином, в ВJB-схемі кожен блок  $B_i$  містить однакове число елементів  $q$ , кожен елемент  $Q_i$  належить одному і тому ж числу блоків ( $r$ ) і для кожної пари елементів -  $Q_i$  і  $Q_j$  число блоків, що містять цю пару, так само  $\lambda$ . при цьому забезпечуються наступні співвідношення:

$$N = nq = mr; r(q - 1) = \lambda (m - 1)$$

Неповноблочні плани називаються симетричними, якщо  $n = m$  і  $r = q$ ; подібного роду проекти називаються SJB-схеми.

При обробці експериментальних даних, отриманих з використанням неповноблочних збалансованих планів, застосовують дисперсійний аналіз. У разі застосування блок-схем в експертних оцінках рекомендується забезпечити виконання наступних вимог: кожен експерт оцінює одне і те ж число об'єктів; кожен об'єкт перевіряється однаковим числом експертів; кожну пару об'єктів один експерт повинен порівнювати одне і те ж число раз.

Захист випускної кваліфікаційної роботи студентів оцінюється за такими показниками:

- $Q_1$  - актуальність;
- $Q_2$  - зміст;
- $Q_3$  - доповідь;
- $Q_4$  - відповіді на питання;
- $Q_5$  - оформлення;
- $Q_6$  - застосування обчислювальної техніки;
- $Q_7$  - публікація;
- $Q_8$  - впровадження;
- $Q_9$  - середня оцінка за період навчання;
- $Q_{10}$  - відгук керівника;
- $Q_{11}$  - відгук рецензента.



Неповноблочний план і результати експертної оцінки  $Q$  представлені в таблиці. Значимість показників якості визначалася по 20- бальною шкалою, причому кожен експерт міг оцінити якості чотирьох показників, а кожен показник оцінювали шість експертів.

Загальний отриманий результат можна звести до таблиці 2.5.1.

Таблиця 2.5.1

$a_j$	$G_j$	$B_{(i)}$	$G_j \frac{B_{(i)}}{g}$	$(G_j \frac{B_{(i)}}{g})^2$	$\omega_j$	$G_j^{\parallel}$	$G_j^{\parallel} - \frac{G}{m}$	$(G_j^{\parallel})^2$
$Q_1$	35	152	4,6	21,16	-22	34,63	5,35	28,62
$Q_2$	55	152	24,6	605,16	98	56,67	27,4	750,76
$Q_3$	38	143	9,4	88,36	86	39,46	10,19	103,83
$Q_4$	45	147	15,6	243,36	88	46,49	17,22	296,52
$Q_5$	25	155	-6	36	-112	23,10	6,17	38,06
$Q_6$	28	147	-1,4	1,96	-14	27,76	1,51	2,28
$Q_7$	25	142	-3,4	11,56	18	25,31	3,96	13,39
$Q_8$	33	149	3,2	10,24	-4	32,93	3,66	13,39
$Q_9$	11	145	-18,0	324	-96	9,36	19,91	396,41
$Q_{10}$	15	137	-12,4	153,76	8	15,13	14,14	199,94
$Q_{11}$	12	141	-16,2	262,44	-50	11,20	18,07	326,52
				1758	0	322		2143,39

Різницю між показниками перевіряємо за допомогою критерія Фішера. При розрахунку по критерію Фішера враховується величина уточненої похибки:

$$\bar{\sigma}_{\text{пом.у}}^2 = \sigma_{\text{пом.}}^2 [1 + (m - g)\bar{\mu}]$$

В нашому випадку  $\bar{\sigma}_{\text{пом.у}}^2 = 2,4$ .

Розрахункові значення критерію Фішера:

$$F_{\text{розр.}} = \frac{E_{\text{п}}}{E_{\text{е}}} = 17,85 \quad F_{\text{розр.}} = \frac{\overline{\sigma_{\text{п.і}}^2}}{\bar{\sigma}_{\text{пом.у}}^2} = 17,85$$

Результати дисперсійного аналізу зведемо до таблиці 2.5.2

Таблиця 2.5.2

Джерела дисперсії	Дисперсії		Число ступенів свободи	Середня дисперсія
	уточнені	неуточнені		
Експерти	$\sigma_{\text{е.н}}^2 = 47,42$	$\sigma_{\text{е.і}}^2 = 65,31$	$f_{\text{е}} = 10$	$\bar{\sigma}_{\text{е.і}}^2 = 6,53$
Підгрупа експертів	$\sigma_{\text{е.ж}}^2 = 399,54$			
Показники	$\sigma_{\text{п.н}}^2 = 381,65$	$\sigma_{\text{п.і}}^2 = 428,67$	$f_{\text{п}} = 10$	$\bar{\sigma}_{\text{п.і}}^2 = 42,86$
Похибка експерта	$\sigma_{\text{пом.}}^2 = 69,87$		$f_{\text{пом}} = 32$	$\bar{\sigma}_{\text{пом.}}^2 = 2,18$
	$\sigma_{\text{заг.}}^2 = 516,83$		$N-1=54$	

За числом ступенів свободи  $f_{\pi} = 10$  і  $f_{\text{пом}} = 32$  знаходимо табличне значення критерія Фішера:  $f_{\text{табл}} = 2,09$ . Відповідно, відмінність між показниками якості вважається значимою ( $f_{\text{розр}} > f_{\text{табл}}$ )

Проранжуємо показники якості за сумою рангів і отримаємо наступний ранжуючий ряд:

$$Q_9 < Q_{11} < Q_{10} < Q_5 = < Q_7 < Q_6 < Q_8 < Q_1 < Q_3 < Q_4 < Q_2$$

Якщо необхідно обрати вісім найбільш важливих показників якості, то ними будуть:

$Q_2$  – зміст,

$Q_4$  – відповіді на питання,

$Q_3$  – доповідь,

$Q_1$  – актуальність,

$Q_8$  – впровадження,

$Q_6$  – використання обрахункової техніки,

$Q_7$  – публікація

$Q_5$  – оформлення.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

В розділі 2:

- Визначено, що при оцінці приналежності об'єкта до класу еквівалентності по одному параметру суть оцінки якості виробу зводиться до визначення, чи перебуває значення вимірюваної параметра об'єкта в заданих межах
- Проаналізовано та систематизовано різні методи обробки експертних оцінок на предмет встановлення класу еквівалентності;
- Проаналізовані методи:
  - дисперсійного аналізу з однократним спостереженням - для виділення істотних показників при експертних вимірах, якщо оцінював один експерт;
  - метод дисперсійного аналізу з багатократним спостереженням - для виділення істотних показників при експертних вимірах, якщо оцінювали декілька експертів,
  - неповноблочні плани - коли в блоках вивчають лише деякі їх елементи. Є економічно вигіднішим. При розміщенні елементів в неповноблочних планах враховують правила, що визначають частоту появи елементів і їх пар
  - повноблочні плани - якщо в процесі експерименту в кожному блоці вивчають всі елементи.
- Для подальшого моделювання обрано метод повноблочних планів, тому що в процесі експерименту в кожному блоці вивчають всі елементи – це збільшує точність і відповідає нашій задачі.
- Метод обрано на підставі того, що лише він дає змогу оцінити весь вплив експертів і знизити помилку експерименту.

### **РОЗДІЛ 3. ПРОБЛЕМАТИКА ПЕДАГОГІЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ЯК РІЗНОВИДУ КВАЛІМЕТРИЧНОГО ВИМІРЮВАННЯ**

На сьогоднішній день сфера вимірювань розширилась і охоплює такі галузі як педагогіка, соціологія, психологія тощо.

Особливістю цих галузей є відсутність звичних в метрологічній практиці інструментів, таких як засобів виміральної техніки та прийнятих в метрології метричних шкал вимірювання.

Інструментами для визначення характеристики того чи іншого об'єкту часто виступають тести або окремі вимірювані або не вимірювані показники. В загально відомій практиці такий процес визначення характеристик називається оцінювання. Однак останні роки, враховуючи зростаючу формалізацію процесу оцінювання він все більше наближається до процедури вимірювання, хоча за природними особливостями має певні відмінності від класичної процедури вимірювання.

В цьому контексті педагогічні вимірювання близькі до кваліметричних вимірювань, які можуть спиратися як на об'єктивно виміряні показники, так і на оцінки, отримані експертним шляхом для визначення одного комплексного показника, на основі якого здійснюються певні досить конкретні висновки.

Один з прикладів кваліметричного вимірювання, що ґрунтується на експертних оцінках розглядається в даній роботі.

#### **Постановка задачі:**

Задачею є визначення комплексної характеристики об'єкта дослідження на основі оцінок експертів.

При цьому для оцінювання розглядається  $N$  параметрів.

Для оцінювання залучається  $k$  експертів.

Кожен з експертів виставляє оцінки в чотири рівневій шкалі.

В нашому випадку розглядається процедура акредитації освітніх програм, яка містить  $N = 10$  критеріїв, кожен з яких має від 4-х до 9-ти підкритеріїв.

Кількість експертів  $k = 3..5$ .

Лінгвістична шкала оцінювання становить 4 рівні: А, В, F, Е.

Перелік критеріїв для оцінювання освітньої програми, наведено в Положенні про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти [7] – Таблиця 3.1.

Таблиця 3.1

<b>Критерій 1. Проектування та цілі освітньої програми</b>
Підкритерій 1.1. Освітня програма має чітко сформульовані цілі, які відповідають місії та стратегії закладу вищої освіти.
Підкритерій 1.2. Цілі освітньої програми та програмні результати навчання визначаються з урахуванням позицій та потреб зацікавлених сторін.
Підкритерій 1.3. Цілі освітньої програми та програмні результати навчання визначаються з урахуванням тенденцій розвитку спеціальності, ринку праці, галузевого та регіонального контексту, а також досвіду аналогічних вітчизняних та іноземних освітніх програм.
Підкритерій 1.4. Освітня програма дає можливість досягти результатів навчання, визначених стандартом вищої освіти за відповідною спеціальністю та рівнем вищої освіти.
<b>Критерій 2. Структура та зміст ОП</b>
Підкритерій 2.1. Обсяг освітньої програми та окремих освітніх компонентів (у кредитах Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи) відповідає вимогам законодавства щодо навчального навантаження для відповідного рівня вищої освіти та відповідного стандарту вищої освіти (за наявності).
Підкритерій 2.2. Зміст освітньої програми має чітку структуру; освітні компоненти, включені до освітньої програми, становлять логічну

взаємопов'язану систему та в сукупності дають можливість досягти заявлених цілей та програмних результатів навчання.
Підкритерій 2.3. Зміст освітньої програми відповідає предметній області визначеної для неї спеціальності, або спеціальностям, якщо освітня програма є міждисциплінарною.
Підкритерій 2.4. Структура освітньої програми передбачає можливість для формування індивідуальної освітньої траєкторії, зокрема через індивідуальний вибір здобувачами вищої освіти навчальних дисциплін в обсязі, передбаченому законодавством.
Підкритерій 2.5. Освітня програма та навчальний план передбачають практичну підготовку здобувачів вищої освіти, яка дає можливість здобути компетентності, потрібні для подальшої професійної діяльності.
Підкритерій 2.6. Освітня програма передбачає набуття здобувачами вищої освіти соціальних навичок (softskills), що відповідають заявленим цілям.
Підкритерій 2.7. Зміст освітньої програми враховує вимоги відповідного професійного стандарту (за наявності).
Підкритерій 2.8. Обсяг освітньої програми та окремих освітніх компонентів (у кредитах Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи) відповідає фактичному навантаженню здобувачів, досягненню цілей та програмних результатів навчання.
Підкритерій 2.9. Структура освітньої програми та навчальний план підготовки здобувачів вищої освіти за дуальною формою у разі її здійснення узгоджені із завданнями та особливостями цієї форми здобуття освіти.
<b>Критерій 3.</b> Доступ до освітньої програми та визнання результатів навчання.
Підкритерій 3.1. Правила прийому на навчання за освітньою програмою є чіткими та зрозумілими, не містять дискримінаційних положень та оприлюднені на офіційному вебсайті закладу вищої освіти.
Підкритерій 3.2. Правила прийому на навчання за освітньою програмою

враховують особливості самої освітньої програми.
Підкритерій 3.3. Визначено чіткі та зрозумілі правила визнання результатів навчання, отриманих в інших закладах освіти, зокрема під час академічної мобільності, що відповідають Конвенції про визнання кваліфікацій з вищої освіти в Європейському регіоні (Лісабон, 1997 р.), є доступними для всіх учасників освітнього процесу та яких послідовно дотримуються під час реалізації освітньої програми.
Підкритерій 3.4. Визначено чіткі та зрозумілі правила визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, що є доступними для всіх учасників освітнього процесу та яких послідовно дотримуються під час реалізації освітньої програми.
<b>Критерій 4.</b> Навчання і викладання за освітньою програмою
Підкритерій 4.1. містить вимоги щодо форм навчання і викладання, що мають сприяти досягненню заявлених у освітній програмі цілей та програмних результатів навчання, відповідати вимогам студентоцентрованого підходу, та відповідати принципам академічної свободи.
Підкритерій 4.2. стосується інформування здобувачів вищої освіти про освітній процес.
Підкритерій 4.3. акцентує увагу на поєднанні навчання і досліджень під час освітнього процесу.
Підкритерій 4.4. стосується оновлення викладачами змісту освіти на основі найновіших досягнень і сучасних практик у відповідній галузі.
Підкритерій 4.5. стосується інтернаціоналізації діяльності ЗВО.
<b>Критерій 5.</b> Контрольні заходи, оцінювання здобувачів вищої освіти та академічна доброчесність.
Підкритерій 5.1. Форми контрольних заходів та критерії оцінювання здобувачів вищої освіти є чіткими, зрозумілими, дають можливість встановити досягнення здобувачем вищої освіти результатів навчання для окремого освітнього компонента та/або освітньої програми в цілому, а



також оприлюднюються заздалегідь.
Підкритерій 5.2. Форми атестації здобувачів вищої освіти відповідають вимогам стандарту вищої освіти (за наявності).
Підкритерій 5.3. Визначено чіткі та зрозумілі правила проведення контрольних заходів, що є доступними для всіх учасників освітнього процесу, які забезпечують об'єктивність екзаменаторів, зокрема охоплюють процедури запобігання та врегулювання конфлікту інтересів, визначають порядок оскарження результатів контрольних заходів і їх повторного проходження, та яких послідовно дотримуються під час реалізації освітньої програми.
Підкритерій 5.4. У закладі вищої освіти визначено чіткі та зрозумілі політику, стандарти і процедури дотримання академічної доброчесності, яких послідовно дотримуються всі учасники освітнього процесу під час реалізації освітньої програми. Заклад вищої освіти популяризує академічну доброчесність (насамперед через імплементацію цієї політики у внутрішню культуру якості) та використовує відповідні технологічні рішення як інструменти протидії порушенням академічної доброчесності.
<b>Критерій 6. Людські ресурси</b>
Підкритерій 6.1. Академічна та/або професійна кваліфікація викладачів, задіяних до реалізації освітньої програми, забезпечує досягнення визначених відповідною програмою цілей та програмних результатів навчання.
Підкритерій 6.2. Процедури конкурсного добору викладачів є прозорими і дають можливість забезпечити потрібний рівень їхнього професіоналізму для успішної реалізації освітньої програми.
Підкритерій 6.3. Заклад вищої освіти залучає роботодавців до організації та реалізації освітнього процесу.
Підкритерій 6.4. Заклад вищої освіти залучає до аудиторних занять професіоналів-практиків, експертів галузі, представників роботодавців.
Підкритерій 6.5. Заклад вищої освіти сприяє професійному розвитку

викладачів через власні програми або у співпраці з іншими організаціями.
Підкритерій 6.6. Заклад вищої освіти стимулює розвиток викладацької майстерності.
<b>Критерій 7. Освітнє середовище та матеріальні ресурси</b>
Підкритерій 7.1. Фінансові та матеріально-технічні ресурси (бібліотека, інша інфраструктура, обладнання тощо), а також навчально-методичне забезпечення освітньої програми гарантують досягнення визначених освітньою програмою цілей та програмних результатів навчання.
Підкритерій 7.2. Заклад вищої освіти забезпечує безоплатний доступ викладачів і здобувачів вищої освіти до відповідної інфраструктури та інформаційних ресурсів, потрібних для навчання, викладацької та/або наукової діяльності в межах освітньої програми.
Підкритерій 7.3. Освітнє середовище є безпечним для життя і здоров'я здобувачів вищої освіти, що навчаються за освітньою програмою, та дає можливість задовольнити їхні потреби та інтереси.
Підкритерій 7.4. Заклад вищої освіти забезпечує освітню, організаційну, інформаційну, консультативну та соціальну підтримку здобувачів вищої освіти, що навчаються за освітньою програмою.
Підкритерій 7.5. Заклад вищої освіти створює достатні умови щодо реалізації права на освіту для осіб з особливими освітніми потребами, які навчаються за освітньою програмою.
Підкритерій 7.6. Наявні чіткі і зрозумілі політика та процедури вирішення конфліктних ситуацій (зокрема пов'язаних із сексуальними домаганнями, дискримінацією та/або корупцією тощо), які є доступними для всіх учасників освітнього процесу та яких послідовно дотримуються під час реалізації освітньої програми.
<b>Критерій 8. Внутрішнє забезпечення якості ОП</b>
Підкритерій 8.1. Заклад вищої освіти послідовно дотримується визначених ним процедур розроблення, затвердження, моніторингу та періодичного перегляду освітньої програми.

Підкритерій 8.2. Здобувачі вищої освіти безпосередньо та через органи студентського самоврядування залучені до процесу періодичного перегляду освітньої програми та інших процедур забезпечення її якості як партнери. Позиція здобувачів вищої освіти береться до уваги під час перегляду освітньої програми.
Підкритерій 8.3. Роботодавці безпосередньо та/або через свої об'єднання залучені до процесу періодичного перегляду освітньої програми та інших процедур забезпечення її якості як партнери.
Підкритерій 8.4. Наявна практика збирання, аналізу та врахування інформації щодо кар'єрного шляху випускників освітньої програми.
Підкритерій 8.5. Система забезпечення якості закладу вищої освіти забезпечує вчасне реагування на виявлені недоліки в освітній програмі та/або освітній діяльності з реалізації освітньої програми.
Підкритерій 8.6. Результати зовнішнього забезпечення якості вищої освіти (зокрема зауваження та пропозиції, сформульовані під час попередніх акредитацій) беруться до уваги під час перегляду освітньої програми.
Підкритерій 8.7. В академічній спільноті закладу вищої освіти сформована культура якості, що сприяє постійному розвитку освітньої програми та освітньої діяльності за цією програмою.
<b>Критерій 9. Прозорість та публічність</b>
Підкритерій 9.1. Визначені чіткі та зрозумілі правила і процедури, що регулюють права та обов'язки всіх учасників освітнього процесу, є доступними для них та яких послідовно дотримуються під час реалізації освітньої програми.
Підкритерій 9.2. Заклад вищої освіти не пізніше ніж за місяць до затвердження освітньої програми або змін до неї оприлюднює на своєму офіційному вебсайті відповідний проєкт із метою отримання зауважень та пропозиції заінтересованих сторін.
Підкритерій 9.3. Заклад вищої освіти своєчасно оприлюднює на своєму офіційному вебсайті точну та достовірну інформацію про освітню програму

(включаючи її цілі, очікувані результати навчання та компоненти) в обсязі, достатньому для інформування відповідних заінтересованих сторін та суспільства.
<b>Критерій 10.</b> Навчання через дослідження
Підкритерій 10.1. Зміст освітньо-наукової програми відповідає науковим інтересам аспірантів (ад'юнктів) і забезпечує їх повноцінну підготовку до дослідницької та викладацької діяльності в закладах вищої освіти за спеціальністю та/або галуззю.
Підкритерій 10.2. Наукова діяльність аспірантів (ад'юнктів) відповідає напряму досліджень наукових керівників.
Підкритерій 10.3. Заклад вищої освіти організаційно та матеріально забезпечує в межах освітньо-наукової програми можливості для проведення й апробації результатів наукових досліджень відповідно до тематики аспірантів (ад'юнктів) (проведення регулярних конференцій, семінарів, колоквіумів, доступ до використання лабораторій, обладнання тощо).
Підкритерій 10.4. Заклад вищої освіти забезпечує можливості для залучення аспірантів (ад'юнктів) до міжнародної академічної спільноти за спеціальністю, зокрема через виступи на конференціях, публікації, участь у спільних дослідницьких проєктах тощо.
Підкритерій 10.5. Наявна практика участі наукових керівників аспірантів у дослідницьких проєктах, результати яких регулярно публікуються та/або практично впроваджуються.
Підкритерій 10.6. Заклад вищої освіти забезпечує дотримання академічної доброчесності у професійній діяльності наукових керівників та аспірантів (ад'юнктів), зокрема вживає заходів для унеможливлення наукового керівництва особами, які вчинили порушення академічної доброчесності.

На основі проведеного аналізу можливостей опрацювання результатів експертного оцінювання для вирішення поставленої задачі – створення інформаційно-вимірювального забезпечення для автоматизації процесу опрацювання результатів експертного оцінювання освітньої програми вважаємо необхідність запропонувати рішення для розв’язання наступних завдань:

- Переведення лінгвістичної інформації, отриманої від експертів в числову,
- Перевірка узгодженості результатів окремих експертів,
- Отримання комплексної оцінки результатів оцінювання різними експертами.

Загальний алгоритм можна подати як на рисунку 3.2

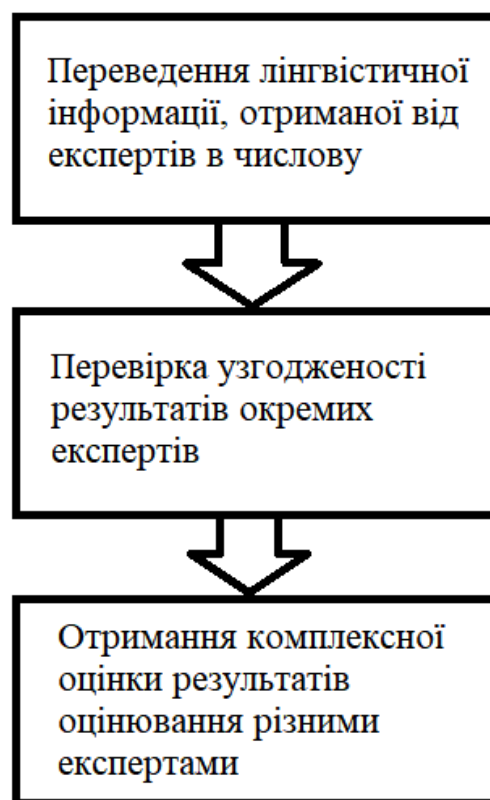


Рисунок 3.2 Загальний алгоритм для створення інформаційно-вимірювального забезпечення для автоматизації процесу опрацювання результатів експертного оцінювання освітньої програми.

Вирішенню цих проблем присвячені наступні підрозділи.

### 3.1 Переведення лінгвістичної інформації в числову

В нашому випадку кожен з критеріїв оцінюється за шкалою оцінок (4 показника якості): А, В, F, Е, смислову відповідність яких можна представити таблицею 3.1.1

Таблиця 3.1.1

Оцінка	Смислове навантаження оцінки	Смислове навантаження оцінки
А	відповідність критерію, освітня програма та освітня діяльність за цією програмою і мають інноваційний/взірцевий характер	«відмінно»
В	відповідність і освітньої програми, і освітньої діяльності за цією програмою визначеному критерію	«добре»
F	рівень не відповідає визначеному критерію, однак виявлені недоліки можна усунути в однорічний строк	«задовільно»
Е	рівень не відповідає визначеному критерію, недоліки мають фундаментальний характер та не можуть бути усунені в однорічний строк	«не задовільно»

В нашому випадку є один досліджуваний об'єкт Х – одна освітня програма і є відомий еталон, методичний опис освітньої програми з «ідеальними показниками» за кожним досліджуваним критерієм. Отже там підійде попарний метод. За яким експерт порівнює критерій досліджуваної освітньої програми Х з «ідеальним» описом до нього. Кожна з лінгвістичних оцінок виставляється кожним експертом за кожний критерій виставляється відповідно до описової характеристики, даної в методичних вказівках.

Розглянемо декілька варіантів переведення лінгвістичних оцінок в числову шкалу – таблиця 3.1.2.

Таблиця 3.1.2

Оцінка	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
A	5	3	0,95
B	4	2	0,75
F	3	1	0,65
E	2	0	0,6

Варіант 1 характеризує традиційні еквіваленти поняттям «відмінно», «добре», «задовільно» та «не задовільно».

Варіант 2, по суті є тим самим, однак, веде відлік від нуля, що свідчить про дуже низьку якість, невідповідність критерію.

Варіант 1 та 2 є порядковими шкалами, які не відображають відношення різниці.

Порівняно з ними у варіанті 3, найбільш поширеному на сьогодні, зокрема в освітньому процесі, є намагання відобразити властивості шкали різниць, шляхом введення нелінійного переходу. Варіант 3 найбільш чутливий в зоні оцінок «відмінно», «добре», «задовільно». І менш чутливий в зоні «задовільно» та «не задовільно». Можна вважати, що в реальній практиці, освітні програми, що акредитуються претендують на як мінімум задовільну оцінку, при якій результати експертних оцінок будуть концентруватись біля рівня В.

Змоделюємо оцінювання еквівалентності для кожного варіанту. Три експерти оцінюють освітню програму за 10 критеріями як в таблиці 3.1.3

Таблиця 3.1.3

Номер критерію	Експерти		
	$E_1$	$E_2$	$E_3$
1	A	A	A
2	B	B	B
3	B	B	B
4	B	B	B
5	A	B	B
6	B	B	B
7	B	B	B
8	B	B	B
9	B	B	E
10	B	B	B

Для першого варіанту виконаємо перехід від лінгвістичних до числової шкали – Таблиця 3.1.4.

Таблиця 3.1.4

Номер критерію	Експерти			$G_j$	$\bar{G}$
	$E_1$	$E_2$	$E_3$		
1	5	5	5	5	4,066667
2	4	4	4	4	
3	4	4	4	4	
4	4	4	4	4	
5	5	4	4	4	
6	4	4	4	4	
7	4	4	4	4	
8	4	4	4	4	



9	4	4	3	3.6	
10	4	4	4	4	
$B_i$	4.1	4.1	4		
$\bar{B}$	4,066667				

При обробці результатів експертної оцінки спочатку визначають суму рангів  $j$ -го показника:  $G_j = \sum_{i=1}^n Q_{ij}$  і суму рангів проставлених  $i$ -тим експертом тим показникам, котрі він визначає:  $B_i = \sum_{j=1}^m Q_{ij}$

Далі визначається сума рангів тих експертів, які визначали  $j$ -й показник якості. В даному випадку ця сума рангів п'яти експертів, так як кожен показник визначали п'ять експертів:

$$B_1 = \sum_1^3 B_j = 4.1 + 4.1 + 4 = 12.1$$

Розкид значень результатів вимірювання за показниками і по експертам визначаємо за формулами:

$$\sigma_{п.н}^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (G_j - \bar{G}_n)^2}{r}$$

де  $\bar{G}_n = \frac{G}{m}$  - середній арифметичний ранг показників якості

$$\sigma_{е.н}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i - \bar{B}_e)^2}{g}$$

де  $\bar{B}_e = \frac{G}{n}$  - середній арифметичний ранг експертів.

$$\sigma_{п.н}^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (G_j - \bar{G}_n)^2}{r} = \frac{1,0667}{10} = 0,106666667$$

$$\sigma_{е.н}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i - \bar{B}_e)^2}{g} = \frac{0,006667}{3} = 0,002222222$$

В цьому випадку отримуємо, що  $\sigma_{п.н}^2 = 0,106666667$ , а  $\sigma_{е.н}^2 = 0,002222222$

Загальна помилка рівна:

$$\sigma_{пом}^2 = \sigma_{е.н}^2 + \sigma_{п.н}^2 = 0,106666667 + 0,002222222 = 0,1089$$

Виконаємо такі ж дії для другого варіанту шкали – таблиця 3.1.5.

Таблиця 3.1.5

Номер критерію	Експерти			$G_j$	$\bar{G}$
	$E_1$	$E_2$	$E_3$		
1	3	3	3	3	2,067
2	2	2	2	2	
3	2	2	2	2	
4	2	2	2	2	
5	3	2	2	2	
6	2	2	2	2	
7	2	2	2	2	
8	2	2	2	2	
9	2	2	1	1,67	
10	2	2	2	2	
$B_i$	2.1	2.1	2		
$\bar{B}$	2,067				

При обробці результатів експертної оцінки спочатку визначають суму рангів  $j$ -го показника:  $G_j = \sum_{i=1}^n Q_{ij}$  і суму рангів проставлених  $i$ -тим експертом тим показникам, котрі він визначає:  $B_i = \sum_{j=1}^m Q_{ij}$

Далі визначається сума рангів тих експертів, які визначали  $j$ -й показник якості. В даному випадку ця сума рангів п'яти експертів, так як кожен показник визначали п'ять експертів:

$$B_1 = \sum_1^3 B_j = 2.1 + 2.1 + 2 = 6.2$$

Розкид значень результатів вимірювання за показниками і по експертам визначаємо за формулами:

$$\sigma_{п.н}^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (G_j - \overline{G_n})^2}{r}$$

де  $\overline{G_n} = \frac{G}{m}$  - середній арифметичний ранг показників якості

$$\sigma_{е.н}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i - \overline{B_e})^2}{g}$$

де  $\overline{B_e} = \frac{G}{n}$  - середній арифметичний ранг експертів.

$$\sigma_{п.н}^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (G_j - \overline{G_n})^2}{r} = \frac{1.066667}{10} = 0.106667$$

$$\sigma_{е.н}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i - \overline{B_e})^2}{g} = \frac{0.006667}{3} = 0.00222$$

В цьому випадку отримуємо, що  $\sigma_{п.н}^2 = 0.106667$ , а  $\sigma_{е.н}^2 = 0.00222$

Загальна помилка рівна:

$$\sigma_{пом}^2 = \sigma_{е.н}^2 + \sigma_{п.н}^2 = 0.106667 + 0.00222 = 0.108889$$

Для третього варіанту таблиця та обрахунки матимуть вигляд:

Таблиця 3.1.6

Номер критерію	Експерти			$G_j$	$\bar{G}$
	$E_1$	$E_2$	$E_3$		
1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,76
2	0,75	0,75	0,75	0,75	
3	0,75	0,75	0,75	0,75	
4	0,75	0,75	0,75	0,75	
5	0,75	0,75	0,75	0,75	
6	0,75	0,75	0,75	0,75	
7	0,75	0,75	0,75	0,75	
8	0,75	0,75	0,75	0,75	
9	0,75	0,75	0,6	0,7	
10	0,75	0,75	0,75	0,75	
$B_i$	0,765	0,765	0,75		
$\bar{B}$	0,76				

При обробці результатів експертної оцінки спочатку визначають суму рангів  $j$ -го показника:  $G_j = \sum_{i=1}^n Q_{ij}$  і суму рангів проставлених  $i$ -тим експертом тим показникам, котрі він визначає:  $B_i = \sum_{j=1}^m Q_{ij}$

Далі визначається сума рангів тих експертів, які визначали  $j$ -й показник якості. В даному випадку ця сума рангів п'яти експертів, так як кожен показник визначали п'ять експертів:

$$B_1 = \sum_1^3 B_j = 0,765 + 0,765 + 0,75 = 2,28$$

Розкид значень результатів вимірювання за показниками і по експертам визначаємо за формулами:

$$\sigma_{п.н}^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (G_j - \overline{G_n})^2}{r}$$

де  $\overline{G_n} = \frac{G}{m}$  - середній арифметичний ранг показників якості

$$\sigma_{е.н}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i - \overline{B_e})^2}{g}$$

де  $\overline{B_e} = \frac{G}{n}$  - середній арифметичний ранг експертів.

$$\sigma_{п.н}^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (G_j - \overline{G_n})^2}{r} = \frac{0,024}{10} = 0,0024$$

$$\sigma_{е.н}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i - \overline{B_e})^2}{g} = \frac{0,00015}{3} = 5e-5$$

В цьому випадку отримуємо, що  $\sigma_{п.н}^2 = 0,0024$ , а  $\sigma_{е.н}^2 = 5e - 5$

Загальна помилка рівна:

$$\sigma_{пом}^2 = \sigma_{е.н}^2 + \sigma_{п.н}^2 = 0,0024 + 5e - 5 = 0,00245$$

Отримані розрахункові оцінки показали, що для середньо статистичної освітньої програми дисперсія оцінок найменша при виборі варіанту переходу 3.

## **3.2 Перевірка узгодженості результатів експертного вимірювання**

### **3.2.1 Аналіз способів перевірки узгодженості результатів**

У випробуваннях за певними критеріями, які використовують для визначення наявності або відсутності викидів, передбачають, що результати розподілені відповідно до розподілу Гауса (нормальний розподіл) або, принаймні, відповідно до одномодального розподілу. Отже, перед виконанням будь-якого випробування, особливо випробування, яке вимагає використання великої кількості результатів, має бути зроблена перевірка цього припущення, зокрема з використанням стандарту ISO 5479 [7].

Також передбачається, що кількість результатів в кожному наборі даних (від кожної лабораторії) однакова і що кількість результатів для кожного досліджуваного рівня або кількість різних зразків є однаковою, тобто результати є “збалансованими”. Якщо результати “не збалансовані”, то рекомендують результати з відповідних наборів даних відкидати випадковим чином до досягнення “збалансованості”.

При виконанні випробувань на викиди слід розуміти, що викиди не повинні відхилятися лише за статистичними міркуваннями. Для кожної вибірки причину, за якою результат відрізняється від всіх інших, слід досліджувати і ідентифікувати. Випробування на викиди, засноване на використовуваних припущеннях, вказують на наявність достатньої статистичної причини викидів, але вони не вказують, чому це сталося. Лише після проведення повного дослідження для ідентифікації вірогідної причини дані можуть бути оголошені викидами і відкинуті [3].

Якщо конкретний досліджуваний рівень проаналізований з використанням критеріїв Грабса, Кохрена, або інших критеріїв і жодних викидів не виявлено, або вони ідентифіковані, то проводять перевірку інших досліджуваних рівнів. Якщо декілька викидів ідентифіковано в різних досліджуваних рівнях для конкретного набору даних, отриманих однією

лабораторією, необхідно розглянути питання про випробування всіх наборів даних для всіх досліджуваних рівнів.

Крім того, слід вирішувати: необхідно виключати лише викиди, ідентифіковані для цієї лабораторії чи необхідно відхиляти весь набір даних цієї лабораторії. Необхідні дії визначають індивідуально на основі досвіду і знання досліджень, що виконуються для ідентифікації можливих причин.

Для кожної лабораторії чи досліджуваного рівня, або конкретної вибірки при виконанні більшості випробувань на викиди порівнюють деяку міру відносного відхилення підозрілого результату від середнього всіх результатів і оцінюють, чи можливо вважати походження цього результату випадковим.

Критерій Кохрена використовують для перевірки великих стандартних відхилень базових елементів, які збільшують оцінку стандартного відхилення повторюваності, якщо їх враховувати. Статистика, що використовується в критерії Кохрена, тісно пов'язана з  $h$ -статистикою Манделя [3].

Критерій Кохрена призначений для обробки внутрішньолaboratorних розходжень результатів вимірювань і повинен застосовуватися в першу чергу, після чого повинні бути вжиті корегувальні заходи, у випадку необхідності, з повторенням вимірювань (випробувань).

Однак, критерій Кохрена застосовують у випадках, коли всі стандартні відхилення виходять з однієї і тієї ж кількості ( $n$ ) результатів вимірювань, отриманих в умовах повторюваності. В фактичних випадках ця кількість може змінюватися за рахунок недостатніх чи виключених даних.

Альтернативою випробувань за критерієм Кохрена є випробування за критеріями Бартлета, Левіна і Хартлея. Проте можуть бути випадки, коли викиди ідентифікуються з використанням одного критерію, але не ідентифікуються при використанні іншого критерію.

Критерій Грабса використовують для перевірки наявності базових елементів, які є дуже великими або дуже маленькими і можуть дати найбільшу оцінку стандартного відхилення відтворюваності. Цей критерій

головним чином призначений для обробки міжлабораторних розходжень, а також може використовуватися (якщо  $p > 2$ ) у випадках, коли перевірка із застосуванням критерію Кохрена викликала підозру в тому, що висока внутрішньолабораторна варіація зумовлена тільки одним з результатів вимірювань у базовому елементі.

Для конкретного досліджуваного рівня критерій Грабса для одного викиду дозволяє обчислювати відношення різниці підозрюваного значення і середнього всіх значень рівня до стандартного відхилення всіх значень. Це відношення потім порівнюють з обчисленим або табличним критичним значенням відношення з 95 % і 99 % довірчою ймовірністю.

Якщо одиничний викид не виявлений, виконують випробування за критерієм Грабса для визначення присутності (або відсутності) двох викидів.

Випробують два найменших середніх і, якщо викиди не виявлені, то випробують два найбільших середніх. У цьому критерії, якщо обчислене відношення більше розрахункового (або табличного) для заданої довірчої ймовірності, середнє розцінюють як задовільне.

Альтернативою критерію Грабса є критерій Діксона. Проте можливі ситуації, коли викид ідентифікується за одним критерієм, не ідентифікується за іншим.

### **3.2.2 Вибір способу узгодженості результатів експертного оцінювання**

Наступною задачею створення інформаційно-вимірювального забезпечення є перевірка узгодженості оцінок експертів за кожним з 9 - ти (10 - ти) критеріїв.

Нехай вихідна матриця результатів експертного оцінювання має вигляд як в таблиці 3.2.2.1.



Таблиця 3.2.2.1

Критерій	Експерти		
	E1	E2	E2
1	A	A	A
2	A	B	B
3	B	B	B
4	A	E	B
5	A	A	F
6	E	B	B
7	E	E	E
8	B	B	E
9	B	B	B

З таблиці видно, що оцінки експертів за критеріями 1, 3 7 та 9 абсолютно узгоджені, оцінки за критеріями 2, 6, та 8 скоріше узгоджені, оскільки по дві оцінки співпадають, а одна з оцінок дещо вища (критерій 2) або дещо нижча (критерії 6 та 8) порівняно з двома іншими.

Нетривіальне питання узгодженості, якщо в акредитації залучено чотири чи п'ять експертів. Наприклад як в таблиці 3.2.2.2 та 3.2.2.3.

Таблиця 3.2.2.2

Критерій	Експерти			
	E1	E2	E2	E4
1	A	A	A	B
2	A	B	B	E
3	B	B	B	B
4	A	E	B	B
5	A	A	E	A
6	E	B	B	B
7	E	E	E	B
8	B	B	E	E
9	B	B	B	E

Таблиця 3.2.2.3

Критерій	Експерти				
	E1	E2	E2	E4	E5
1	A	A	A	B	B
2	A	B	B	E	A
3	B	B	B	B	B
4	A	E	B	B	B
5	A	A	F	B	B
6	E	B	B	B	B
7	E	E	E	B	E
8	B	B	E	E	B
9	B	B	B	E	E

В цих прикладах (таблиці 3.2.2.2 та 3.2.2.3) «на око» важко оцінити на скільки узгоджені ці оцінки експертів.

Тому варто обрати обґрунтований спосіб аналітичної перевірки узгодженості експертних оцінок.

Для цього, скористаємось висновками за пунктом 3.1 і переведемо оцінки таблиці 3.2.2.1 у числовий вимір. Отримуємо таблицю 3.2.2.4.

Таблиця 3.2.2.4

Критерій	Експерти		
	E1	E2	E2
1	0,95	0,95	0,95
2	0,95	0,75	0,75
3	0,75	0,75	0,75
4	0,95	0,65	0,75
5	0,95	0,95	0,6
6	0,65	0,75	0,75
7	0,65	0,65	0,65
8	0,75	0,75	0,65
9	0,75	0,75	0,75

## Перевірка за критерієм Грабса

Традиційним на сьогодні способом перевірки узгодженості значень або виявлення аномальних результатів (або промахів) є критерій Грабса [ДСТУ ГОСТ ИСО 5627, стаття].

Вимогою застосування критерію Грабса є нормальність досліджуваної вибірки, але часто цей факт не перевіряють (особливо, якщо вибірка мала) і вважають, що вона належить нормальній генеральній сукупності.

Отже за критерієм Грабса реалізують наступний алгоритм:

- Вихідну вибірку  $x_1, x_2, \dots, x_n$  впорядковують в порядку зростанням

$$x_1^p \leq x_2^p \leq x_3^p \leq \dots \leq x_{n-1}^p \leq x_n^p ,$$

де  $x_i^p$  - значення промислових вибірок результатів вимірювання  $x_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Промислами можуть бути або найменший результат  $x_1^p$ , або найбільший результат  $x_n^p$ , або ці два результати:  $x_1^p$  та  $x_n^p$ .

- Розраховують вибірконе середнє арифметичне значення:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i .$$

- Розраховують вибірконе стандартне відхилення:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} .$$

- Знаходять тестову статистику для найменшого та найбільшого результатів відповідно:

$$G_1 = \frac{\bar{x} - x_1^p}{S} \text{ та } G_n = \frac{x_n^p - \bar{x}}{S} .$$

Критичні значення  $G_{5\%}$  та  $G_{1\%}$  обирають з таблиці 9 при об'ємі вибірки  $n$ .

**Таблиця 3.2.2.5.** Критерій Грабса для невідомих генерального середнього арифметичного та стандартного відхилення та при підозрі на промах найменшого та найбільшого результатів вибірки.

Об'єм вибірки, $n$ .	Критичні значення для критерію Грабса з рівнем значущості 1% ( $\alpha = 0,01$ )	Критичні значення для критерію Грабса з рівнем значущості 5% ( $\alpha = 0,05$ )
3	1,155	1,155

- Перевіряють чи виконується нерівність:
  - Якщо значення тестової статистики  $G_1$  та (або)  $G_n$  менше чи дорівнює 5% критичному значенню:

$$G_1 \leq G_{5\%} \text{ та (або) } G_n \leq G_{5\%},$$

то результат  $x_1^p$  та (або)  $x_n^p$  відповідно не визнають промахом:

- Якщо значення тестової статистики  $G_1$  та (або)  $G_n$  більше 5% критичного значення і менше чи дорівнює 1% критичного значення:

$$G_{5\%} < G_1 \leq G_{1\%} \text{ та (або) } G_{5\%} < G_n \leq G_{1\%},$$

то результат  $x_1^p$  та (або)  $x_n^p$  відповідно називають квазівикидом.

- Якщо значення тестової статистики  $G_1$  та (або)  $G_n$  більше 1% критичного значення:

$$G_{1\%} < G_1 \text{ та (або) } G_{1\%} < G_n,$$

то результат  $x_1^p$  та (або)  $x_n^p$  відповідно визнають промахом.

Перевіримо критерії 2 (де є значна підозра на узгодженість) та критерії 4 та 5 (не є обґрунтована підозра на неузгодженість) з таблиці 4.

Отже

Критерій	Експерти		
	Е1	Е2	Е2
2	0,95	0,75	0,75

Впорядковуємо вибірку

Критерій	Експерти		
	Е2	Е3	Е1
2	0,75	0,75	0,95

Розраховуємо середнє арифметичне:

$$\bar{x} = \frac{0,75 + 0,75 + 0,95}{3} = 0,82$$

Розраховуємо СКВ. Однак формула  $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$  має бути модифікована, оскільки для 3-х результатів вимірювання повинен бути введений коефіцієнт  $K$  [13], який розраховують за формулою:

$$K = 1 + \frac{1}{4(n-1)}.$$

Тоді модифікований вираз для оцінювання СКВ:

$$S_{\text{mod}} = K \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

Для нашого випадку:

$$K = 1 + \frac{1}{4(n-1)} = 1 + \frac{1}{4 \cdot (3-1)} = 1,125;$$

СКВ

$$S_{\text{mod}} = K \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 1,125 \cdot 0,1155 = 0,13.$$

Знаходимо тестову статистику для найменшого та найбільшого результатів відповідно:

$$G_1 = \frac{\bar{x} - x_1^p}{S} = \frac{0,82 - 0,75}{0,13} = 0,5132$$

$$G_n = \frac{x_n^p - \bar{x}}{S} = \frac{0,95 - 0,82}{0,13} = 1,026.$$

За таблицею критичних значень для об'єму вибірки  $n = 3$  маємо  $G_{5\%} = G_{1\%} = 1,155$ .

Отже  $G_1 \leq G_{5\%}$  та (або)  $G_n \leq G_{5\%}$  і результат, що відрізняється (0,95) не є промахом, що в принципі очікувано.

Перевіримо для критерію 4

Критерій	Експерти		
	Е1	Е2	Е3
4	0,95	0,65	0,75

Впорядковуємо вибірку

Критерій	Експерти		
	Е2	Е3	Е1
4	0,65	0,75	0,95

Розраховуємо середнє арифметичне:

$$\bar{x} = \frac{0,75 + 0,75 + 0,95}{3} = 0,78$$

Розраховуємо СКВ. Однак формула  $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$  має бути модифікована, оскільки для 3-х результатів вимірювання повинен бути введений коефіцієнт  $K$  [13], який розраховують за формулою:

$$K = 1 + \frac{1}{4(n-1)}.$$

Тоді модифікований вираз для оцінювання СКВ:

$$S_{\text{mod}} = K \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

Для нашого випадку:

$$K = 1 + \frac{1}{4(n-1)} = 1 + \frac{1}{4 \cdot (3-1)} = 1,125;$$

СКВ

$$S_{\text{mod}} = K \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 1,125 \cdot 0,1581 = 0,1778.$$

Знаходимо тестову статистику для найменшого та найбільшого результатів відповідно:

$$G_1 = \frac{\bar{x} - x_1^p}{S} = \frac{0,78 - 0,65}{0,1778} = 0,7496$$

$$G_n = \frac{x_n^p - \bar{x}}{S} = \frac{0,95 - 0,78}{0,1778} = 0,976.$$

За таблицею критичних значень для об'єму вибірки  $n = 3$  маємо  $G_{5\%} = G_{1\%} = 1,155$ .

Отже  $G_1 \leq G_{5\%}$  та (або)  $G_n \leq G_{5\%}$  і результати 0,65 та 0,95 не є промахами.

Перевіримо для критерію 5

Критерій	Експерти		
	Е1	Е2	Е3
5	0,95	0,95	0,6

Впорядковуємо вибірку

Критерій	Експерти		
	Е3	Е1	Е2
5	0,6	0,95	0,95

Розраховуємо середнє арифметичне:

$$\bar{x} = \frac{0,75 + 0,75 + 0,95}{3} = 0,83$$

Розраховуємо СКВ. Однак формула  $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$  має бути модифікована, оскільки для 3-х результатів вимірювання повинен бути введений коефіцієнт  $K$  [Захаров], який розраховують за формулою:

$$K = 1 + \frac{1}{4(n-1)}.$$

Тоді модифікований вираз для оцінювання СКВ:

$$S_{\text{mod}} = K \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

Для нашого випадку:

$$K = 1 + \frac{1}{4(n-1)} = 1 + \frac{1}{4 \cdot (3-1)} = 1,125;$$

СКВ

$$S_{\text{mod}} = K \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 1,125 \cdot 0,2031 = 0,2285.$$

Знаходимо тестову статистику для найменшого та найбільшого результатів відповідно:

$$G_1 = \frac{\bar{x} - x_1^p}{S} = \frac{0,83 - 0,6}{0,2285} = 1,021$$

$$G_n = \frac{x_n^p - \bar{x}}{S} = \frac{0,95 - 0,83}{0,2283} = 0,5106.$$

За таблицею критичних значень для об'єму вибірки  $n = 3$  маємо  $G_{5\%} = G_{1\%} = 1,155$ .



Отже  $G_1 \leq G_{5\%}$  та (або)  $G_n \leq G_{5\%}$ . Отже результати 0,6 не є промахом за критерієм Грабса.

Отже критерій Грабса не здатен виявити промах в цій ситуації.

### Перевірка за критерієм Ірвіна

Другим за поширенням після критерію Грабса є критерій Ірвіна, яких дозволяє опрацьовувати вибірки різних розподілів.

Перевіримо критерій 5 за критерієм Ірвіна.

Алгоритм розрахунку наступний:

- Вихідну вибірку  $x_1, x_2, \dots, x_n$  впорядковують в порядку зростанням

$$x_1^p \leq x_2^p \leq x_3^p \leq \dots \leq x_{n-1}^p \leq x_n^p,$$

де  $x_i^p$  - значення проранжованої вибірки результатів вимірювання  $x_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Промахи можуть бути або найменший результат  $x_1^p$ , або найбільший результат  $x_n^p$ , або ці два результати:  $x_1^p$  та  $x_n^p$ .

- Розраховують вибіркове середнє арифметичне значення:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i.$$

- Розраховують вибіркове стандартне відхилення:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

- Знаходять значення границю допустимого відхилення між двома крайніми результатами вимірювання:

$$\lambda S;$$

Значення  $\lambda$  обирають з таблиці 2.

- якщо  $x_2^p - x_1^p \geq \lambda S$ , то найменший результат у вибірці вважають промахом з рівнем довіри  $P = 1 - \alpha$ ;
- якщо  $x_n^p - x_{n-1}^p \geq \lambda S$ , то найбільший результат у вибірці вважають промахом з рівнем довіри  $P = 1 - \alpha$ .

**Таблиця 3.2.2.6.** Критерій Ірвіна  $\lambda_\alpha$ .

Кількість вимірювань, $n$	Рівень значущості, $\alpha$	
	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$
1	2	3
2	2,8	3,7
3	2,2	2,9

Перевіряємо критерій 2 за критерієм Ірвіна.

Критерій	Експерти		
	E1	E2	E3
5	0,95	0,95	0,6

Впорядковуємо вибірку

Критерій	Експерти		
	E3	E1	E2
5	0,6	0,95	0,95

Розраховуємо середнє арифметичне:

$$\bar{x} = \frac{0,75 + 0,75 + 0,95}{3} = 0,83$$

Розрахуємо модифіковане СКВ:

$$S_{\text{mod}} = K \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 1,125 \cdot 0,2031 = 0,2285.$$

За таблицею критичних значень для об'єму вибірки  $n = 3$  маємо  $\lambda_{0,05} = 2,2$  та

$$\lambda_{0,01} = 2,9.$$

Тоді перевіряємо результат 0,6 на промах:

$$x_2^p - x_1^p = 0,95 - 0,6 = 0,35$$

$$\lambda S = 2,2 \cdot 0,22858 = 0,5027$$

Отже маємо:  $x_2^p - x_1^p < \lambda S$  і результат 0,6 не є промахом за критерієм Ірвіна.

### Перевірка за критерієм Діксона

Подальший аналіз критеріїв виявлення промахів в 3.1 дозволяє запропонувати критерій Діксона [13].

За цим критерієм для вибірки з  $n = 3$  елементів маємо розрахувати:

Кількість вимірювань, $n$	Коефіцієнт Діксона	Для найменшого екстремального значення параметра	Для найбільшого екстремального значення параметра
3-7	$r_{10}$	$\frac{x_2^p - x_1^p}{x_n^p - x_1^p}$	$\frac{x_n^p - x_{n-1}^p}{x_n^p - x_1^p}$

Для критерія 5

Критерій	Експерти		
	Е1	Е2	Е3
5	0,95	0,95	0,6

Впорядковуємо вибірку

Критерій	Експерти		
	Е3	Е1	Е2
5	0,6	0,95	0,95

Перевіряємо менший результат 0,6:

$$D_1 = \frac{x_2^p - x_1^p}{x_n^p - x_1^p} = \frac{0.95 - 0.6}{0.95 - 0.6} = 1.$$

За таблицею критичних значень для критерія Діксона.

**Таблиця 3.2.2.7.** Критеріальні значення коефіцієнтів Діксона (для прийнятого рівня значущості  $\alpha$ ).

Статистика	Кількість вимірювань, $n$	Рівень значущості, $\alpha$			
		$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,02$	$\alpha = 0,01$
$r_{10}$	3	0,886	0,941	0,976	0,988
	4	0,679	0,765	0,846	0,899
	5	0,557	0,642	0,729	0,780
	6	0,482	0,560	0,644	0,698
	7	0,434	0,507	0,586	0,637

Для всіх рівнів довіри, наведених в таблиці результат 0,6 є промахом, оскільки  $D_1 > D_{кр}$ .

Перевіримо для критерію 4 за критерієм Діксона

Критерій	Експерти		
	E1	E2	E3
4	0,95	0,65	0,75

Впорядковуємо вибірку

Критерій	Експерти		
	E2	E3	E1
4	0,65	0,75	0,95

Перевіряємо менший результат 0,65:

$$D_1 = \frac{x_2^p - x_1^p}{x_n^p - x_1^p} = \frac{0.75 - 0.65}{0.95 - 0.65} = \frac{0.1}{0.3} = 0.33$$

Перевіряємо менший результат 0,95:

$$D_3 = \frac{x_n^p - x_{n-1}^p}{x_n^p - x_1^p} = \frac{0.95 - 0.75}{0.95 - 0.65} = \frac{0.2}{0.3} = 0.66$$

Для всіх рівнів довіри, наведених в таблиці результат значення 0,65 та 0,95 не є промахом, оскільки  $D_1 < D_{кр}$  та  $D_3 < D_{кр}$ .

Перевіримо як працює критерій Діксона для таблиці результатів роботи 4-х експертів.

Для 4-х експертів.

Таблиця 3.2.2.8

Критерій	Експерти			
	E1	E2	E2	E4
1	A	A	A	B
2	A	B	B	F
3	B	B	B	B
4	A	E	B	B
5	A	A	F	B
6	E	B	B	B
7	E	E	E	B
8	B	B	E	E
9	B	B	B	E

Таблиця 3.2.2.9

Критерій	Експерти			
	E1	E2	E3	E4
1	0.95	0.95	0.95	0.75
2	0.95	0.75	0.75	0.6
3	0.75	0.75	0.75	0.75
4	0.95	0.65	0.75	0.75
5	0.95	0.95	0.65	0.95
6	0.65	0.75	0.75	0.75
7	0.65	0.65	0.65	0.75
8	0.75	0.75	0.65	0.65
9	0.75	0.75	0.75	0.65

Найбільш підозрілий за неузгодженістю критерій 2 та 5.

Перевіримо критерій 2.

Критерій	Експерти			
	E1	E2	E3	E4
2	0.95	0.75	0.75	0.6

Критерій	Експерти			
	E4	E2	E3	E1
2	0,6	0,75	0.75	0,95

Перевіряємо менший результат 0,6:

$$D_1 = \frac{x_2^p - x_1^p}{x_n^p - x_1^p} = \frac{0.75 - 0.6}{0.95 - 0.6} = \frac{0.15}{0.35} = 0.42$$

Перевіряємо менший результат 0,95:

$$D_3 = \frac{x_n^p - x_{n-1}^p}{x_n^p - x_1^p} = \frac{0.95 - 0.75}{0.95 - 0.60} = \frac{0.2}{0.35} = 0.57$$

**Таблиця 3.2.2.10.** Критеріальні значення коефіцієнтів Діксона (для прийнятого рівня значущості  $\alpha$ ).

Статистика	Кількість вимірювань, $n$	Рівень значущості, $\alpha$			
		$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,02$	$\alpha = 0,01$
$r_{10}$	3	0,886	0,941	0,976	0,988
	4	0,679	0,765	0,846	0,899
	5	0,557	0,642	0,729	0,780
	6	0,482	0,560	0,644	0,698
	7	0,434	0,507	0,586	0,637

Для всіх рівнів довіри, наведених в таблиці результати 0,6 та 0.95 не є промахи, оскільки  $D_1 < D_{кр}$  та  $D_3 < D_{кр}$ , вони збалансовані наявними двома оцінками 0,75.

Перевіримо критерій 5.

Критерій	Експерти			
	Е1	Е2	Е3	Е4
5	0.95	0.95	0.65	0.95

Критерій	Експерти			
	Е4	Е2	Е3	Е1
5	0,65	0.95	0.95	0,95

Перевіряємо менший результат 0,6:

$$D_1 = \frac{x_2^p - x_1^p}{x_n^p - x_1^p} = \frac{0.95 - 0.65}{0.95 - 0.65} = \frac{0.3}{0.3} = 1$$

**Таблиця 3.2.2.11.** Критеріальні значення коефіцієнтів Діксона (для прийнятого рівня значущості  $\alpha$ ).

Статистика	Кількість вимірювань, $n$	Рівень значущості, $\alpha$			
		$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,02$	$\alpha = 0,01$
$r_{10}$	3	0,886	0,941	0,976	0,988
	4	0,679	0,765	0,846	0,899
	5	0,557	0,642	0,729	0,780
	6	0,482	0,560	0,644	0,698
	7	0,434	0,507	0,586	0,637

Для всіх рівнів довіри, наведених в таблиці результати 0,6 є промахом оскільки  $D_1 < D_{kp}$  та  $D_1 > D_3$ .

### 3.3 Отримання комплексної оцінки результатів оцінювання різними експертами

З отриманої таблиці 3.3.1

Таблиця 3.3.1

Критерій	Експерти			Результат узгодженості
	E1	E2	E2	
1	A	A	A	узгоджені
2	A	B	B	узгоджені
3	B	B	B	узгоджені
4	A	E	B	узгоджені
5	A	A	F	не узгоджені
6	E	B	B	узгоджені
7	E	E	E	узгоджені
8	B	B	E	узгоджені
9	B	B	B	узгоджені

Потрібно отримати кортеж (стовбець), узагальнених оцінок по всіх експертам. Для цього пропонуємо за таблицею 3.3.2:

Таблиця 3.3.2

Критерій	Експерти			Результат узгодженості
	E1	E2	E2	
1	0,95	0,95	0,95	узгоджені
2	0,95	0,75	0,75	узгоджені
3	0,75	0,75	0,75	узгоджені
4	0,95	0,65	0,75	узгоджені
5	0,95	0,95	0,6	не узгоджені
6	0,65	0,75	0,75	узгоджені
7	0,65	0,65	0,65	узгоджені



8	0,75	0,75	0,65	узгоджені
9	0,75	0,75	0,75	узгоджені

Для узгоджених оцінок розраховувати середнє арифметичне:

$$A_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i$$

, а для неузгоджених – медіану ряду.

Нехай впорядкований ряд результатів вимірювання має вигляд:  $x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*$ , тоді медіана

$$Me = \begin{cases} \frac{x_{\frac{n}{2}}^* + x_{\frac{n}{2}+1}^*}{2}, & \text{якщо } n - \text{парне} \\ x_{\frac{n+1}{2}}^*, & \text{якщо } n - \text{непарне} \end{cases}.$$

Тоді для критерія 2 отримуємо:

$$\bar{x} = \frac{0,75 + 0,75 + 0,95}{3} = 0,83$$

А для критерія 5:

$$Me = 0,95.$$

В певній мірі такий результат може свідчити, про неврахування думки третього експерта (тобто вирішує переважна більшість). Дійсно оцінка медіани є менш точною ніж середнє арифметичне.

Однак при високих оцінках двох інших експертів, оцінка третього може бути дещо не об'єктивною.

При збільшенні кількості експертів – до 4, 5 точність медіани збільшується.

Таблиця 3.3.3

Критерій	Експерти			Результат узгодженості	Загальна числова оцінка
	E1	E2	E2		
1	A/0,95	A/0,95	A/0,95	узгоджені	0,95
2	A/0,95	B/0,75	B/0,75	узгоджені	0,82
3	B/0,75	B/0,75	B/0,75	узгоджені	0.75
4	A/0,95	E/0,65	B/0,75	узгоджені	0.78
5	A/0,95	A/0,95	F/0,6	не узгоджені	0,95
6	0,65	B/0,75	B/0,75	узгоджені	0.72
7	E/0,65	E/0,65	E/0,65	узгоджені	0.65
8	B/0,75	B/0,75	E/0,65	узгоджені	0.72
9	B/0,75	B/0,75	B/0,75	узгоджені	0.75

Далі отриману оцінку переводимо в лінгвістичний кортеж, для того, щоб її можна було порівняти з вирішальним правилом, яке жорстко встановлено заздалегідь за правилом Таблиці 3.3.4:

Таблиця 3.3.4

Оцінка	Загальна оцінка
A	0.95
B	[0.75...0.95)
F	[0.65...0.75)
E	[0.6...0,65)

Як бачимо з таблиці, оцінки типу A критерій може отримати лише в тому випадку, коли підтверджена узгодженість всіх експертів, в усіх інших випадках, оцінка може бути в певних межах.

Таблиця 3.3.5

Критерій	Експерти			Результат узгодженості	Загальна числова оцінка
	E1	E2	E2		
1	A/0,95	A/0,95	A/0,95	узгоджені	0,95/A
2	A/0,95	B/0,75	B/0,75	узгоджені	0,82/B
3	B/0,75	B/0,75	B/0,75	узгоджені	0.75/B
4	A/0,95	E/0,65	B/0,75	узгоджені	0.78/B
5	A/0,95	A/0,95	F/0,6	не узгоджені	0,95/A
6	0,65	B/0,75	B/0,75	узгоджені	0,72/F
7	E/0,65	E/0,65	E/0,65	узгоджені	0.65/F
8	B/0,75	B/0,75	E/0,65	узгоджені	0.72/F
9	B/0,75	B/0,75	B/0,75	узгоджені	0.75//B

Отже, ми маємо 3 оцінки F, 4 оцінки B і 2 оцінки A.

Загальне правило для визначення результату акредитації може виглядати наступним чином:

До неакредитованих програм може бути віднесена програми з вектором за 9-ма показниками (для бакалаврату) та 10-ма (для магістратури) оцінок, якщо хоча б одна з оцінок «F», наприклад:  $\overline{EP} = \{A; B; B; A; B; B; B; F; B\}$  або більше трьох оцінок «E», наприклад:  $\overline{EP} = \{E; B; B; A; E; B; B; E; E\}$ .

Умовно акредитована (на 1 рік), якщо у векторі присутньої одна або дві оцінки «E», наприклад:  $\overline{EP} = \{E; B; B; A; B; B; B; E; B\}$ .

Акредитована в усіх інших випадках, наприклад:  $\overline{EP} = \{A; B; B; A; B; B; B; B; B\}$ .

Керуючись цим, маємо результат: програма не акредитована.

### 3.4 Характеристики точності запропонованого інформаційно-вимірювального забезпечення

При оцінюванні узгодженості оцінок експертів було використано критерій Діксона. При цьому використані статистичні таблиці з рівень значущості  $\alpha$ , яке може бути  $\alpha = 0,1$   $\alpha = 0,05$   $\alpha = 0,02$   $\alpha = 0,01$ .

Таким чином достовірність висновку щодо узгодженості оцінок ми можемо отримати за формулою:

$$D = 1 - \alpha,$$

а саме  $D$  для наведених значень від 0,9 до 0,99.

Оскільки перевірка узгодженості застосовувала до 9 або 10 параметрів, то ми маємо справу з багато параметричним контролем.

Тоді загальна достовірність до оцінювання узгодженості всіма експертами по всі критеріями становить:

$$D = \prod_{i=1}^n D_i = D_1 \cdot D_2 \cdot \dots \cdot D_{10}.$$

В залежності від обраного рівня значущості маємо:

- в найкращому варіанті:

$$D = \prod_{i=1}^n D_i = 0,99 \cdot 0,99 \cdot \dots \cdot 0,99 = 0,99^{10} = 0,904$$

- в найгіршому варіанті:

$$D = \prod_{i=1}^n D_i = 0,9 \cdot 0,9 \cdot \dots \cdot 0,9 = 0,9^{10} = 0,35$$

Власне можемо говорити про доцільність обирати рівень значущості  $\alpha = 0,01$ .

При оцінюванні комплексного показника (середнього арифметичного та медіани) ми також можемо оцінити точність цих оцінок.

Точність середнього арифметичного оцінюється за формулою (стандартного відхилення):

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}},$$

де  $S$  - вибіркове стандартне відхилення,  
 $n$  - кількість оцінок. В нашому випадку визначається за кількістю експертів – від 3-5.

Точність медіани оцінюється за формулами:

а) стійка медіанна оцінка середнього квадратичного відхилення:

$$S_1 = \text{med} \left\{ \left| x_i' - \text{med} \{ x_i' \} \right| \right\} / 0.675,$$

де  $\text{med} \{ x_i' \}$  - медіана проранжованого в порядку зростання ряду результатів оцінювання експертними  $x_i'$ ,  $i$  - номер результату.

Оцінка результату за середнім арифметичним є більш точною ніж медіанна оцінка, однак її не можна використати при не підтвердженій узгодженості експертних оцінок.

### ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

На основі проведеного аналізу можливостей опрацювання результатів експертного оцінювання для вирішення поставленої задачі – створення інформаційно-вимірювального забезпечення для автоматизації процесу опрацювання результатів експертного оцінювання освітньої програми вважаємо необхідність запропонувати рішення для розв'язання наступних завдань:

- переведення лінгвістичної інформації, отриманої від експертів в числову,
- Перевірка узгодженості результатів окремих експертів,
- Отримання комплексної оцінки результатів оцінювання різними експертами.

Для переведення лінгвістичної інформації, отриманої від експертів в числову обрану шкалу відповідності:

Оцінка	Варіант 3
A	0,95
B	0,75
F	0,65
E	0,6

Що забезпечує найменшу дисперсію результатів експертів в найбільш інформативній зоні дослідження – освітня програми акредитується або дещо відхиляється від умови акредитації.

Проаналізовані методи перевірки узгодженості результатів оцінювання експертами. Для цієї мети підійшов метод Діксона, що показав хороші результати на шкалі квазіпорядку.

Обрано метрики (формули) для розрахунку комплексної оцінки експертів для кожного з 10-ти критеріїв оцінювання. Це середнє арифметичне у випадку узгодженості оцінок експертів за критерієм, або медіані, якщо узгодженість спростована.

За отриманими оцінками запропоновано перехід назад для єдиного вектора оцінок за критерієм за схемою:

Оцінка	Загальна оцінка
A	0.95
B	[0.75...0.95)
F	[0.65...0.75)
E	[0.6...0,65)

Подальше віднесення до класу еквівалентності освітньої програми (акредитована, умовно акредитована або неакредитована) здійснюється за правилами встановленими в Положенні про акредитацію.

Запропоноване інформаційно-вимірювальне забезпечення підлягає автоматизації.

## ВИСНОВКИ

Під час розробки магістерської дисертації були проаналізовані та систематизовані різні методи експертного оцінювання;

Встановлено, що в нашому випадку (при оцінюванні освітньої програми) маємо обрати метод виходячи з таких ознак:

- Залучення 3-х і більше експертів;
- Оцінювання об'єкта за 9-ма або 10-ма показниками;
- Проведення оцінювання в не кількісній формі (за порядковою шкалою);
- Рівнозначність всіх показників;
- Визначення комплексного показника за всіма оцінками експертів та показниками, що підлягали оцінюванню як вектора з усереднених показників.

Систематизовані способи накопичення експериментальних даних і обрано, той що відповідає поставленому завданню. Проаналізовано та систематизовано різні методи обробки експертних оцінок на предмет встановлення класу еквівалентності.

Визначено, що при оцінці приналежності об'єкта до класу еквівалентності по одному параметру суть оцінки якості виробу зводиться до визначення, чи перебуває значення вимірюваної параметра об'єкта в заданих межах

Для моделювання обрав метод повноблочних планів, тому що в процесі експерименту в кожному блоці вивчають всі елементи – це збільшує точність і відповідає нашій задачі. Метод було обрано на підставі того, що лише він дає змогу оцінити весь вплив експертів і знизити помилку експерименту.

На основі проведеного аналізу можливостей опрацювання результатів експертного оцінювання для вирішення поставленої задачі – створення інформаційно-вимірjuвального забезпечення для автоматизації процесу опрацювання результатів експертного оцінювання освітньої програми вважаємо необхідність запропонувати рішення для розв'язання наступних завдань:

- Переведення лінгвістичної інформації, отриманої від експертів в числову,
- Перевірка узгодженості результатів окремих експертів,
- Отримання комплексної оцінки результатів оцінювання різними експертами.

Проаналізовані методи перевірки узгодженості результатів оцінювання експертами. Для цієї мети підійшов метод Діксона, що показав хороші результати на шкалі квазіпорядку.

Робота виконана повністю згідно поставленої задачі.

Запропоноване інформаційно-вимірjuвальне забезпечення підлягає автоматизації.



## **РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КВАЛІМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ»**

### **4.1 Опис ідеї стартапу**

Розділ має на меті проведення маркетингового аналізу стартап-проекту, що в свою чергу визначає принципові можливості його впровадження на ринку та можливі напрямки реалізації цього впровадження.

Формулювання бізнес-ідеї стартапу пов'язано з рішенням трьох взаємопов'язаних завдань:

- що продавати - визначення продукту або послуги, найбільш привабливою для потенційних споживачів;
- кому продавати - вибір цільової аудиторії і розуміння її специфіки - цінностей, очікувань, критеріїв вибору, платоспроможності та ін.;
- як продавати - рішення всього комплексу проблем: від організації виробництва до сервісного та технічного обслуговування нових продуктів.

Нерідко в процесі розробки бізнес-ідеї стартапу уточнюється і в корені переглядається сама ідея інноваційної технології. Практика показує, що розробка бізнес-ідеї – це ключова передумова для успішності стартапу.

Розглядаючи існуючі методи експертних вимірювань стає зрозуміло, що інформація на стадіях її отримання, обробки та передачі є не завжди достовірною, не існує єдиного показника якості, а самі системи, відповідно, не абсолютно надійні. Для забезпечення необхідної якості продуктів, – або ж, у нашому випадку освітніх програм, – необхідно проводити комплексне дослідження показників якості за різними критеріями.

Для підвищення точності та єдності експертних вимірювань стартап-проект полягає у забезпеченні єдності метрологічних вимірювань у вигляді методу, який дозволить при наявності значної кількості показників та

експертів систематизувати дані, якомога швидше перевірити всі отримані оцінки експертів на узгодженість, щоб визначити якість продукту чи об'єкту.

Опис ідеї стартап-проекту, що включає в себе зміст ідеї, напрямки застосування та вигоду користувача представлені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту:

Зміст ідеї	Напрямки використання	Вигода для користувача
<p>В умовах глобалізації світового ринку проблема якості продукції, зокрема, стратегічної, стає все актуальнішою, оскільки лише високоякісна продукція може бути конкурентоспроможною.</p> <p>При експертних вимірах виникає питання, наскільки ефективно вони проводяться. Одним з можливих шляхів підвищення ефективності експертних методів є визначення якості рішень, що приймаються за результатами експертиз.</p>	Господарська діяльність	<p>Перевірка всіх отриманих експертних оцінок на узгодженість, що в свою чергу дає змогу отримати єдине значення.</p> <p>Саме це значення найбільш точно, швидко та ефективно вказує на якість.</p>
	Харчова, текстильна, парфумерна, та загалом будь-яка інша продукція.	
	Освітні програми	

В таблиці я розповів про актуальність забезпечення єдності кваліметричних вимірювань та зазначив напрямки їх використання.

Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї (чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників) порівняно із пропозиціями конкурентів.

В таблиці 4.2, W – слабка сторона, N – нейтральна сторона, S – сильна сторона.

Таблиця 4.1

Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко- економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів			W	N	S
		Мій проект (за основу взятий критерій Діксона)	Конкурент 1 (Критерій Грабса)	Конкурент 2 (Критерій Кохрена)			
1.	Економічність	За оплату часу витрачену на розрахунки та електроенергію обладнання для розрахунків	Так само.	Так само.		+	
2.	Призначення (технічні)	Застосовують для перевірки відхилень експертних вимірювань	Так само.	Так само.		+	
3.	Ергономічність	Кількість експертів має	Так само	Так само		+	

		бути незмінна					
4.	Екологічності	Немає негативного впливу на довкілля.	Так само.	Так само.		+	

Продовження таблиці 4.2

5.	Надійності	Залежить тільки від уважності та точності. Компетентності експертів	Так само.	Так само.		+	
6.	Технологічні	Технологічний.	Так само.	Так само.		+	
7.	Органолептичні	Немає	Так само.	Немає.		+	
8.	Естетичні	Немає	Так само.	Так само.		+	
9.	Транспортабельності	Не потрібна підготовка для транспортування.	Так само.	Так само.		+	
10.	Безпеки	Нешкідливі.	Так само.	Так само.		+	

Серед слабких сторін можна виділити лише ергономічність та надійність, але ці характеристики доволі впевнено можна тримати на належному рівні.

## 4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу необхідно провести аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (технології створення товару). Визначається технологічна здійсненність ідеї проекту.

Таблиця 4.2

## Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Обрахунок даних експертних вимірювань	Математичне моделювання і розрахунок	Доступні	Доступні
2.	Бібліотека експертних оцінок	Збереження номенклатур, шкал та критеріїв оцінювання об'єкту.	Доступні	Доступні
3.	Перевірка отриманих показників на узгодженість	Обраний метод для перевірки узгодженості таблиці показників дає змогу виявити можливе відхилення та зробити висновок про точність результату	Наявні, але потребує аналізу та доробки відповідно до кожного об'єкту оцінювання	Доступні

Зараз проводиться математичне моделювання, пошук, аналіз, і вибір найбільш підходящого методу, на основі якого вдасться перевірити узгодженість оцінювання трьох, чотирьох і більше експертів, більш, ніж за десятьма визначеними критеріями.

### 4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

В цьому розділі потрібно визначити ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів. Але для початку буде призведено аналіз попиту.

Таблиця 4.3

Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1.	Кількість експертів, од	Експертів може бути чимала кількість. Для моделювання я обмежив їх трьома
2.	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	Загальний обсяг не відомо. Метрологічне забезпечення планується використовувати в наукових установах

## Продовження таблиці 4.4.

3.	Динаміка ринку (якісна оцінка).	Зростає. Через розвиток продукції зростають і потреби до якості
4.	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень).	Наразі сфера недостатньо розвинута. Обмежень немає
5.	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації.	Немає
6.	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	Приблизно 30 – 40%

$$R = \frac{P}{l \cdot n} \cdot 100, \quad (4.1)$$

де R – рентабельність, P – прибуток, l – повна сума інвестиційних витрат; n – час експлуатації проекту. В даному розрахунку взято рентабельність використання методу на одному підприємстві.

Ринок є доволі зрілим, але ринок ще зростає. Середня норма рентабельності вища ніж банківська ставка у відсотках. Ринок можна назвати привабливим.

Визначення потенційної групи клієнтів, їх характеристики, та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 4.5).

## Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1.	Перевірка якості освітніх програм	Метрологічне забезпечення може зацікавити установи, що перевіряють стан освітніх програм на відповідність до вимог акредитації.	Метрологічне забезпечення може використовувати один або декілька методів перевірки на узгодженість залежно від кількості експертів та критеріїв оцінювання.	Система має бути зрозумілою та зручною для застосування. Запроваджувач методу має надавати консультацію та інформаційну підтримку.

Метрологічне забезпечення не втратить своєї актуальності перед цільовою групою.

Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (табл. № 4.6-4.7).



Таблиця 4.6  
Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Зростання податків	Через те що стартап-підприємство тільки починає розвиватися, збільшення витрат може сильно вдарити по стартапу.	Потрібно зацікавити майбутніх інвесторів, що заохотить команду і компенсує витрачений час, а також забезпечить обладнанням.
2.	Нові конкуренти	Поява більш об'ємного забезпечення	Маркетингова компанія, пошук беззаперечної переваги
4.	Важкість виходу на міжнародний ринок	Всі потенційні конкуренти розташовані закордоном. Важкий вихід.	Отримати високу репутацію серед вітчизняних представників, щоб залучити іноземних інвесторів на більш сприятливих умовах, а потім поступовий вихід на міжнародну арену.

Аналіз ринкового середовища показав фактори загроз, що можуть перешкодити впровадженню проекту, такими факторами є зростання податків, а також появлення нових конкурентів, які можуть зменшити ціну на власний продукт, що в свою чергу зменшить дохід. Також труднощами є вихід на міжнародний ринок бо він вже доволі монополізований. Нестабільні політична та економічна ситуації в країні, також можуть призвести до складнощів.

Таблиця 4.7

## Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Інноваційність	Рекламування свого товару як унікального.	Залучення нових інвесторів.
2.	Сертифікація у світі	При сертифікації метрологічного забезпечення, як методу міжнародного зразка можна збільшення зацікавленість у власного населення.	Збільшення прибутків допоможе розширенню компанії.
3.	Вихід на міжнародний ринок	Метод відносно закордонних аналогів більш універсальний, що дозволить запровадити його закордоном.	Збільшення клієнтів, збільшення обрахункових ресурсів, Збільшення коштів для подальшого розвитку.
4.	Вільний ринок	Відсутність аналогів.	Можливість встановлення правил на внутрішньому ринку.

Реклама продукту як інноваційного допоможе залучити як нових інвесторів так і покупців, що в будь-якому випадку призведе до розширення компанії.

Визначення загальних рис конкуренції на ринку (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Тип конкуренції - досконала конкуренція.	У світі існує чимало аналітичних та оцінюючих установ, що вже використовують власнообрані методи	Апробація методу на конференціях, а також використання на добровільних засадах.
2. За рівнем конкурентної боротьби – національна.	Багато різних країн використовує вже існуючі методи.	Аргументація, чому наш метод є кращим та більш виправданим.
3. За галузевою ознакою - Внутрішньогалузева.	Здебільшого використовується лише для оцінки продукції.	Інноваційність.
4. Конкуренція за видами товарів - товарно-родова.	Може оцінювати якість продукції, а може і наукові-освітні програми.	Можна підчити метод під різними кутами зору аби зменшити вплив інших компаній.
5. За характером конкурентних переваг – нецінова.	Перевірка двома, а за необхідності і більшою кількістю методів	Хороша реклама.
6. За інтенсивністю-марочна.	Експертні оцінювання досліджуються вже років 30.	Використання певного методу для того, щоб перетягнути частину

		ринку.
--	--	--------

В цій таблиці були визначені загальні риси конкуренції та було визначено, що ринок доволі заповнений та потрібно йти на хитрощі щоб захопити ринок.

У табл. 4.9 буде побудована модель аналізу конкуренції у галузі М. Портера в якому призводить аналіз 5 факторів, що впливають на привабливість ринку.

Таблиця 4.9

Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Навести перелік прямих конкурентів	Визначити бар'єри входження в ринок	Визначити фактори сили	Визначити фактори сили споживачів	Фактори загроз з боку замінників
Висновки:	Прямі конкуренти: інтенсивної боротьби не очікується бо ринок доволі заповнений.	Можливість звичайно є, але компаніями є і товарні знаки і патенти, розмір капітало-вкладень.	Будь-яка компанія покращує свої можливості на ринку щомісяця	Клієнти хочуть лише максимальну просту та комплексну оцінку, що вдовольнить їх потребу	Лояльність споживачів в можна очікувати коли говорять про національного виробника, тому щоб ще більше

					привабити покупців потрібно описати всю простоту і переваги.
--	--	--	--	--	--

Робота можлива на національному ринку. Завдяки, використанню двох чи більше методів у системі збільшується точність та узгодженість, що дає змогу отримати частину ринку.

На основі попереднього аналізу конкурентів, а також із урахуванням ідеї проекту, вимог споживачів та факторів маркетингового середовища можна побудувати таблицю конкурентоспроможності таблиця 4.10.

Таблиця 4.4

#### Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1.	Попит внутрішнього ринку	Високий попит, легкий вихід.
2.	Маркетингові пропозиції	Використання двох і більше методів для детальної перевірки можна подати, як інноваційний продукт. У якого ще немає аналогів.
3.	Вартість	Не завищена, конкурентна ціна.
4.	Підтримка продукту	Інвесторська підтримка залежить від вдалого пітчінгу

Обґрунтування факторів конкурентоспроможності показав, що існує фактор необхідності у створенні метрологічного забезпечення єдності вимірювань. Враховуючи те, що ринок вітчизняних виробників у даній сфері майже вільний, попит на товар буде великим.

За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 4.10) проводиться аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 4.11).

Таблиця 5

Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «Метрологічне забезпечення кваліметричних вимірювань»

№ п/ п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з ... («»)						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1.	Попит внутрішнього ринку	15					+		
2.	Маркетингові пропозиції	14				+			
3.	Вартість	10		+					
4.	Підтримка продукту	15			+				

Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «Метрологічне забезпечення кваліметричних вимірювань» показав, що фактори конкурентоспроможності маркетингові пропозиції і попит внутрішнього проекту сильніший переважно через те, що у цьому проекті є своя унікальність та потреба для впровадження. До слабких сторін потрібно віднести підтримку продукту та вартість, але це через те, що ця компанія знаходиться довше на ринку.

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 12) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 4.12).

Таблиця 6

## SWOT- аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <p>Використання метрологічного забезпечення з декількома методами перевірки на узгодженість можна презентувати як інноваційний продукт. Постійна підтримка користувачів.</p>	<p>Слабкі сторони:</p> <p>Недостатньо досліджена тема. Метрологічне забезпечення як явище ще недостатньо визнане в світі, а також в Україні.</p>
<p>Можливості:</p> <p>Застосування методу в державних установах для перевірки освітніх програм та КРІ установ.</p> <p>Сертифікація у світі, допоможе привабити більше клієнтів. до продукту.</p>	<p>Загрози:</p> <p>Укріплення конкурентів, зменшення ціни на авторські права та ліцензії конкурентів.</p> <p>Нестабільна ситуація у країні, знецінення валюти, припинення отримання інвестицій.</p> <p>При насиченні ринку – зменшення попиту.</p>

SWOT-аналіз стартап-проекту розділяє його на чотири категорії: сильні, слабкі сторони проекту та можливості, загрози пов'язанні з його здійсненням.

І в підсумку дає зрозуміти, що сильною стороною проекту є маркетингова пропозиція та технічна підтримка. Слабкою стороною проекту є те, що потрібен стартовий капітал, нове метрологічне забезпечення ще не визнане в світі, а також в Україні. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення. Тому укріплення конкурентів, нестабільна ситуація та насиченість ринку, що

може призвести до спадання прибутків є факторами загроз, але те що ринок вільний та можливе збільшення функціонування методу – можливостями.

На основі SWOT-аналізу розробляються альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок (див. табл. 9, аналіз потенційних конкурентів).

Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (табл. 4.13).

Таблиця 7

Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Повномасштабне впровадження.	При залученні інвесторів. Потрібна реклама.	1 – 3 роки.
2.	Безкоштовне обслуговування показників споживача на обмежений термін.	Головний ресурс – люди.	1–4 місяці.
3.	Написання статей та опис забезпечення на відомих ресурсах.	Головний ресурс – час, даний ресурс – наявний.	2 – 3 тижні.

На основі SWOT-аналізу розроблено альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок.



Передбачається повномасштабне впровадження з можливим поступовим зниження собівартості, так як строк реалізації складає 2-3 роки. Для самореклами пропонується надання забезпечення на безкоштовній основі некомерційним організаціям з тимчасовою ліцензією. Написання статей в інтернеті буде сприяти поширенню товару.

#### 4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 4.14).

Таблиця 4.8

Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1.	Державні установи оцінювання показників якості	Метод не є новим за призначенням, але новий за застосуванням.	Попит буде серед установ для оцінювання освітніх програм України.	Є закордонні конкуренти тому інтенсивність визначається як помірна.	Ця цільова група орієнтується на якість товару, тому я вважаю, вхід в

					сегмент відбудеться.
2.	Виробники продукції	Для них найважливішим буде експертна оцінка та ціна.	Найбільш привабливішими для них будуть перевірені компанії.	Тут конкуренція буде більш інтенсивною.	Ця цільова група орієнтується на експертну оцінку про якість товару.
Які цільові групи обрано: виробники продукції, співробітники державних установ, підприємці.					

Потрібно працювати з кількома сегментами і розробляти для них окремі програми ринкового попиту, хоча загалом вони не будуть сильно відрізнятися.

Таблиця 4.9  
Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1.	Підтримка клієнтів, надання функціоналу, метрологічного	Рекламування метрологічного забезпечення, як інноваційного	Універсальність, зробить проект більш складним до заміни.	Стратегія диференціації

	забезпечення, що є кращим від існуючого.	продукту допоможе зацікавити більше споживачів.		
--	--	---	--	--

При визначенні стратегії конкурентної поведінки було обрано Стратегію диференціації. Дана поведінка була обрана, тому в якості цільового ринку вибирається один або декілька ринкових сегментів. Головне завдання для компаній – це поширення реклами про продукт, а також залучення експертів для оцінки. Наша команда буде випускати тільки це метрологічне забезпечення, а тому його буде складніше замінити на ринку.

Таблиця 4.10

Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1.	Погоджуюсь, бо зараз майже не існує метрологічного забезпечення з поєднанням одразу декількох	Так, бо схожі метрологічні забезпечення вже існують, хоча і розвинуті менше.	В майбутньому це може бути унікальний автоматизований інтерфейс зі зручним керуванням	Стратегія наслідування лідеру.

	методів перевірки одночасно.			
--	---------------------------------	--	--	--

У цій таблиці я розглянув стратегію конкурентної поведінки. Також я вважаю, що найкращою стратегією буде наслідування лідеру, ця стратегія найбільш підходить, бо змагатися з впровадженими методами і системами важко, а ринок України ще немополізований, на мою думку.

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту (див. табл. 4.5), а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (табл. 4.15) та стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.16) розробляється стратегія позиціонування (табл. 4.17). що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.

Таблиця 4.11

Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні і позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1.	Виконувати свою функцію, а саме: визначати узгодженість оцінок експертів.	Позиціонування за показниками якості.	Найголовнішими є те, що метрологічне забезпечення є точним та універсальним. А також використання декількох методів.	Точність, універсальність.

Головною вимогою до метрологічного забезпечення є більш висока точність, тому була обрана стратегія позиціонування за показниками якості, а ключовим конкурентоспроможною позицією стартап-проекту є використання нового метрологічного забезпечення єдності кваліметричних оцінювань з використанням декількох методів. Ключові асоціації, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту – точність і універсальність.

#### 4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Таблиця 4.12

Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1.	Точність	Через те, що використовуються декілька методів збільшується шанс виявити та ліквідувати викид.	Нове метрологічне забезпечення, що дозволяє збільшити точність.
2.	Універсальність	Використовується два і більше методів перевірки на узгодженість.	Наявність декількох методів дає змогу найбільш точно перевірити всі отримані оцінки на узгодженість.

Формування маркетингової концепції товару показала, що ключовими перевагами є використання двох методів та унікальний алгоритм, який робить товар новим на ринку. В свою чергу для кінцевого споживача впровадження даного методу дозволить дати споживачу більш якісний продукт.

Таблиця 4.13

## Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари- замінники	Рівень цін на товари- аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
	Не знайдено	500 – 30000 грн.	2000-20000 грн.	1000-15000 грн

При визначенні меж встановлення ціни з'ясувалося, що рівень доходів цільової групи споживачів складає приблизно 2000-20000 грн., аналоги – 500-30000 грн., верхня та нижня межа встановлення ціни на товар складає – 1000-150000, що не дає перевагу над товарами-аналогами за ціною, але можна вважати конкурентоспроможною ціною.

Таблиця 4.14

## Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	В даному сегменті товарів, найчастіше, купівля ліцензії та послуги відбувається напряду з виробником або в інтернеті.	- пошук потенційних клієнтів - аналіз ринку потреб - реклама	Канал одного рівня.	Через інтернет, тендер, торги.

Сьогодні пошук товарів частіше за все відбувається через інтернет, враховуючи те що закупівля буде вестися напряду з виробником або через інтернет сайти, то канал збуту буде першого рівня.

Таблиця 4.15

## Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання реklamного повідомлення	Концепція реklamного звернення
1	Клієнти дізнаються про новинки з інтернету, та будуть шукати метрологічне забезпечення з високою якістю.	Соціальні мережі, наукові конференції і збори, інтернет мережі.	Інтернет-маркетинг, маркетинг у соціальних мережах, презентації та виступи.	Презентація товару, його властивостей, покращення, щоб залучити більше клієнтів.	«Якість. Узгодженість. Точність»

Враховуючи на те, що клієнти більшу частину інформації про товари дізнаються через такі комунікації як: інтернет, соціальні мережі та статті в якості ключових позицій для позиціонування було обрано – інтернет-маркетинг, маркетинг у соціальних мережах, на наукових конференціях. Завданням рекламного повідомлення є презентація товару, його властивостей, щоб залучити більше потенційних клієнтів.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

Це метрологічне забезпечення належить до науки єдності метрологічних вимірювань - кваліметрії. Методом будуть зацікавлені виробники та оцінювачі якості продукції, та всі хто зацікавлений в оцінюванні освітніх програм. Використовуючи метод при виготовленні і тестуванні продукції, виробники отримають покращений товар з відносно невеликими затратами, що повинно збільшити попит у користувачів. Існує великий попит на перевірку якості оцінювання цим метрологічним забезпеченням, наприклад, у НАЗЯВО чи локально в освітніх установах, щоб перевірити акредитацію.

Аналіз конкуренції ринку показав, що є шанси здобути першість в Україні за рахунок універсальності, яка дозволяє використовувати відразу декілька методів перевірки на узгодженість, що в свою чергу призведе до збільшення кількості потенційних клієнтів. Прямої конкуренції на території України немає. Є вже запроваджені варіанти метрологічного забезпечення і нашою метою є їх перевершити.

Для ринкової реалізації було обрано варіант в якому передбачається повномасштабне впровадження з можливим поступовим зниження собівартості, так як строк реалізації складає 2-3 роки. Пропонується рекламувати свого товару у інтернеті, а саме: соціальні мережі та написання статей, а також створення НДДКР, також пропонується обслуговування товару для тих хто його придбає.

Імплементация запропонованого проекту є доцільною, оскільки метрологічне забезпечення для перевірки узгодженості є актуальним завжди, тим більше, що даний метод дозволяє виявляти недоліки, щоб забезпечити якість продукції.

Отже, в результаті розроблення даного розділу було виконано його головне завдання, що полягає в маркетинговому аналізі перспектив реалізації метрологічного забезпечення кваліметричних вимірювань на основі



експертного оцінювання, оцінювання можливостей його ринкового впровадження. А також сформовано інноваційне мислення, підприємницький дух та сформовані здатності щодо оцінювання ринкових перспектив і можливостей комерціалізації основних науково-технічних розробок, сформованих у попередній частині дисертації у вигляді розроблення концепції стартап-проекту в умовах висококонкурентної ринкової економіки глобалізаційних процесів.

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Д.Н. Хамханова «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ЭКСПЕРТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ», ВСГТУ, 2006 рік,
2. Мотало Василь, «ПРОБЛЕМИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КВАЛІМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ», наукова стаття в журналі «Вимірювальна техніка та метрологія», No 68, 2008 р.
3. Електронний документ, «Державний стандарт України. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни і визначення», 1995 рік.
4. Аналіз методу експертного оцінювання показників метрологічного забезпечення продукції [Електронний ресурс].-2014 – Режим доступу до ресурсу: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/vikt\\_2014\\_63\\_2\\_4.pdf](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/vikt_2014_63_2_4.pdf)
5. Практикум з метрологічного нагляду за засобами вимірювання – 2018. – Режим доступу до ресурсу:  
<http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/15130/28965.pdf?sequence=2>
6. Аналіз методик метрологічної експертизи складних технічних систем. – 2015.  
Режим доступу до ресурсу: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/Umlzh\\_2015\\_2\\_3.pdf](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Umlzh_2015_2_3.pdf)
7. Положення про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-19#Text>

8. Ціделко В.Д., Яремчук Н.А., Затока С.А., Бурченков Г.К., Шведова В.В., Стасевич В.А. Основи метрології та вимірювальної техніки: у 2 т. : навч. посібн. / В.Д. Ціделко, Н.А. Яремчук, С.А. Затока та ін.. – К. : НТУУ «КПІ», 2013. – 1 т. – 236 с. – Бібліогр.: С. 234-235. – 400 пр.
9. Третьяк Л.Н. Обработка результатов наблюдений: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 171 с.
10. Шведова В. В. Систематизація способів оцінювання промахів у вибірках вимірювання // Збірник матеріалів ХІХ Міжнародної науково-технічної конференції “приладобудування: стан і перспективи”, м.Київ, 13-14 травня 2020. – С. 191.
11. ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-2:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 2. Основний метод визначення повторюваності та відтворюваності стандартного методу вимірювань
12. О. М. Величко, д. т. н., Л. В. Коломієць, д. т. н., Т. Б. Гордієнко, к. т. н. «ПЕРЕВІРКА КРИТИЧНОСТІ ДАНИХ МІЖЛАБОРАТОРНИХ ВИПРОБУВАНЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ», електронне видання, УДК 389.14
13. Захаров И.П., Кукуш В.Д. Теория неопределенности в измерениях. Учебн. пособие: - Харьков, Консум, 2002 – 256 с.